ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MERCREDI 10 DÉCEMBRE 1952.

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT CAQUOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Louis Lapicque vient de disparaître laissant derrière lui une œuvre considérable qui lui survivra. Il appartenait à notre Compagnie depuis 1930.

Ce Lorrain naquit à Épinal le 1er août 1866, et son père l'initia, dès son jeune âge, aux sciences de la vie. Il eut, très jeune, cette vocation de naturaliste et, pour satisfaire ses goûts, il voulut se faire médecin.

Venu à Paris pour ses études, la science pure l'attira bien vite : dès 1886, il était licencié ès Sciences naturelles et le laboratoire lui paraissant l'élément d'études le plus puissant; il devient, dans les cinq années qui suivirent, préparateur, puis Chef adjoint du laboratoire de Clinique de la Faculté à l'Hôtel-Dieu.

C'est alors qu'en 1892, il accepta de faire sur la *Sémiramis* un voyage de quinze mois pour l'étude de la morphologie humaine, interrompant provisoirement ses études sur le circuit du fer dans l'organisme.

De sa mission, il rapporte une abondante collection de documents soigneusement analysés et classés, spécialement sur les *Negritos* de l'océan Indien et du Pacifique. Mais il y retourne 10 ans plus tard pour asseoir ses conclusions sur une vue d'ensemble, en étudiant certaines tribus de l'Inde.

Le résultat de cette large étude systématique a été l'éclaircissement de la question. Les *Negritos* sont les témoins d'une race nègre unique, qui s'est étendue de l'Afrique à l'Océanie, témoins diminués par la misère physiologique, ce peuplement ayant reculé devant l'invasion de races plus puissantes et plus évoluées.

Louis Lapicque commença ses études du système nerveux par une comparaison très complète *du poids relatif de l'encéphale* dans l'échelle animale.

Le rôle du système nerveux étant surtout périphérique, il est normal que le poids de l'encéphale croisse seulement comme une puissance fractionnaire du poids total du corps.

Pour les Mammifères, en 1897, Dubois avait trouvé pour l'exposant 0,56 Lapicque étudie avec ses élèves un très grand nombre d'espèces d'oiseaux. L'exposant varie de 0,516 pour les oiseaux de proie à 0,590 pour les perroquets, et entre ces deux extrêmes la moyenne de tous les exposants lui donne cette même valeur de 0,56.

Si l'exposant est ainsi peu variable, par contre le facteur de proportionnalité du poids de l'encéphale à la puissance 0,56 du poids en grammes du corps varie au contraire dans de très larges limites puisqu'il est seulement 0,07 pour le Paon, tandis qu'il atteint 0,27 pour le Geai et 0,30 pour le Perroquet.

Dans un graphique d'ensemble des espèces, l'Homme se classe nettement en tête, et les Crustacés en fin du graphique.

Par ces déterminations expérimentales, Louis Lapicque montrait l'importance des mesures dans les Sciences naturelles, et il revenait sans cesse sur cette question.

Se méfiant des conclusions prématurées, il discutait longuement les résultats et il vérifiait que si la loi précédente est applicable aux espèces sauvages, vivant dans l'état de nature, elle ne peut représenter les modifications de taille et de poids résultant de sélections artificielles. Le Chien représente dans cette évolution l'éventail de poids de beaucoup le plus ouvert entre toutes les espèces, aussi son exposant propre n'est que de 0,25.

Louis Lapicque montre qu'il faut tenir compte, dans la limite d'une même espèce, de l'effet de la domestication, et il retrouve un résultat analogue, mais dans une direction différente, pour les animaux sélectionnés pour leur chair, lapins, ruminants, oiseaux de basse-cour dont le poids du cerveau est loin d'augmenter comme la puissance 0,56 du poids du corps.

Louis Lapicque ne pouvait se contenter de ces résultats d'ensemble et il recherche les variations du poids entre les diverses fractions du cerveau, ainsi que l'effet de la grosseur des fibres nerveuses, enfin l'influence du développement des organes sensoriels comme l'œil, influences qui se révèlent importantes.

Reprenant parallèlement son étude sur les *mutations du fer* et sur les globules rouges, il réalise une méthode de dosage originale et Louis Lapicque détermine la répartition du fer d'une part suivant les organes, d'autre part, suivant le sexe, les différences étant fort nettes. Expérimentalement, il montre comment se font les concentrations de fer dans les différentes parties de l'organisme.

Ses études sur la *ration d'entretien* procèdent des mêmes soins dans

l'expérimentation et du même souci de ne donner des conclusions que lorsque les résultats ne permettent plus le doute.

L'observation des peuples *tropicaux* en 1893, lors de son séjour en Érythrée, lui avait montré qu'il suffisait d'une ration moyenne de 50 g par jour d'albumine et de 2040 calories pour assurer le régime correct, sous ce climat, d'un homme d'un poids moyen de 52 kg.

Quelques mois plus tard, il trouvait les mêmes grandeurs en Malaisie. Recherchant une relation générale, il montra que le point de vue énergétique est le plus important et que seules les données géométriques et physiques conditionnent la perte de chaleur.

Les oiseaux permettent une étude expérimentale précise de la ration d'entretien en fonction du poids de l'animal et de la température du milieu.

Entre le Pigeon et le Bengali le poids passant de 1 à 52 et la surface de 1 à 14 la ration passe de 1 à 6,4.

Elle croît donc moins vite que la surface et beaucoup moins vite que le poids. Pour la température passant de 16 à 28° C dans le milieu ambiant, elle diminue de près de la moitié chez le Bengali.

Louis Lapicque était ainsi bien armé pour répondre à une question pratique posée par la défense nationale. Celle de l'alimentation en temps de guerre. Son étude sur le blutage de la farine et celle sur la possibilité d'utiliser les algues marines pour la nourriture des chevaux ont guidé les pouvoirs publics dans ces périodes difficiles.

Mais l'œuvre capitale de Louis Lapicque, celle qui a eu le plus grand retentissement est relative à la loi d'excitation électrique, liée à la rapidité fonctionnelle du tissu considéré.

Pour caractériser cette rapidité fonctionnelle, Louis Lapicque considère une constante de temps, *la chronaxie* dont la définition purement expérimentale permet, par un nombre, une comparaison précise.

Elle résulte de deux déterminations expérimentales :

1° l'intensité d'un courant à début brusque juste suffisante pour atteindre après une durée pratiquement indéfinie, le seuil de l'excitation;

2° le temps nécessaire pour atteindre ce seuil avec une intensité doublée C'est ce temps auquel Lapicque a donné le nom de Chronaxie.

Il a été trouvé constant à l'approximation des mesures près, mais sa variation est considérable d'un muscle à l'autre, ou comme dans l'électro-diagnostic dans les altérations des tissus. En ce qui concerne l'être humain ce temps physiologique est de l'ordre de quelques dix-millièmes de seconde. Le chronaximètre de Lapicque par décharge de condensateur a une sensibilité d'un 300e de seconde.

La vie universitaire de notre confrère fut très active. Docteur en Médecine en 1895, Docteur ès Sciences en 1897, Maître de conférence à la Sorbonne en 1899, Professeur au Museum en 1911, Professeur de Physiologie générale

à la Sorbonne en 1919, il fut lauréat et président de plusieurs Sociétés savantes, Docteur *Honoris Causa* et Membre honoraire de plusieurs Universités étrangères.

Nous n'avons cité que les traits principaux de l'œuvre de Louis Lapicque, mais ils suffisent pour faire comprendre sa puissance de travail, sa grande imagination et son honnêteté scientifique absolue.

Mais nous aimions également l'homme pour l'indépendance totale de son esprit et sa naturelle bienveillance.

Cet éminent savant concevait la noblesse par le cœur et par la pensée, et non par les signes extérieurs. Ses funérailles furent empreintes de la simplicité qu'il a spécialement demandée. Peu lui importait des fleurs et des discours, car il savait qu'il possédait le bien spirituel le plus précieux : la profonde estime de ses pairs.

J'adresse, en votre nom, à Mme Lapicque et à tous les siens, l'expression émue de toute notre sympathie et l'assurance de notre fidèle souvenir.

Notice nécrologique sur Sven Hedin,

par M. **Emmanuel de Martonne**.

Le Dr **Sven Hedin**, récemment disparu, peut être compté parmi les plus grandes figures d'explorateurs.

Particulièrement attaché au Continent asiatique, il en parcourut, dès sa première traversée, qui dura trois ans, les plateaux neigeux à une altitude moyenne de plus de 6 000 m, où il faillit perdre toute sa caravane. Il releva les ruines du Sud-Est du Pamir et du Takla Makan, ainsi que le cours du Tarim, jusqu'au Lob Nor.

Dans un second, puis un troisième voyage, il explora les bourrelets de chaînes d'où découlent le Bramapoutre, l'Indus, etc.

Il faut insister sur le caractère rigoureusement scientifique des explorations de Sven Hedin. Ses caravanes complètes comportaient diverses sections : astronomique, géodésique, hydrologique.

C'est ainsi qu'il nous a fait connaître les innombrables lacs des plateaux et qu'il a résolu l'énigme du Lob Nor, type du lac de steppe désertique.

Notons enfin que l'énergie indomptable de l'explorateur nous a valu une cartographie désertique comprenant 1149 feuilles, appuyées sur 114 points astronomiques.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *La Mécanique ondulatoire des systèmes de particules de même nature et la théorie de la double solution.* Note (*) de M. **Louis de Broglie.**

Étendant au cas des particules de même nature les résultats obtenus dans une Note précédente, l'Auteur montre qu'en théorie de la double solution le fait que les diverses singularités d'une même onde sont interchangeables doit entraîner le caractère symétrique ou antisymétrique de l'onde Ψ dans l'espace de configuration.

Dans une Note récente ([1]) nous avons analysé le passage de la Mécanique ondulatoire dans un champ donné à la Mécanique ondulatoire des systèmes de corpuscules dans l'espace de configuration quand on adopte le point de vue de la double solution. Nous avions raisonné sur un système de deux corpuscules de nature différente ($m_1 \neq m_2$). Nous voulons analyser ce qui se passe dans le cas de deux corpuscules de même nature ($m_1 = m_2 = m$).

L'étude d'un tel système en Mécanique ondulatoire usuelle montre que, si les régions de présence possible des deux particules empiètent l'une sur l'autre, il est nécessaire de supposer que l'onde Ψ du système dans l'espace de configuration est soit symétrique, soit antisymétrique ([2]).

Comme les équations d'ondes des deux particules sont les mêmes, il est naturel de supposer que, si les trains d'ondes u empiètent en partie, les ondes u se superposent et forment finalement une seule onde que l'on peut écrire sous la forme

$$u(x, y, z, t) = f(x, y, z, t)\, e^{\frac{2\pi i}{h}\varphi(x, y, z, t)}$$

l'amplitude f ayant ici deux singularités ponctuelles distinctes. En d'autres termes, les ondes individuelles des deux particules $u_1(\vec{R}, \vec{r}_{12}, t)$ et $u_2(\vec{R}, \vec{r}_{12}, t)$ doivent se superposer pour former une onde unique à deux singularités.

Employons les notations de la Note citée au début; supposons l'une des singularités située au point $\vec{R}_i$ et l'autre à la distance $\vec{r}_{12}$ de $\vec{R}_i$. Nous devrons avoir

$$(1)\qquad \varphi_1(\vec{R}_i, \vec{r}_{12}, t) = \varphi_2(\vec{R}_i, \vec{r}_{12}, t) \qquad \text{pour} \quad i = 1, 2,$$

d'où d'après les formules (8) de la Note précédente

$$(2)\quad \varphi_{11}(\vec{R}_i, t) = \varphi_{22}(\vec{R}_i, t); \qquad \varphi(\vec{R}_1, \vec{R}_2, \vec{r}_{12}, t) = \varphi_{11}(\vec{R}_1, t) + \varphi_{11}(\vec{R}_2, t) + \varphi_{12}(\vec{r}_{12}, t),$$

(*) Séance du 1er décembre 1952.

([1]) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1345.

([2]) Voir *Mécanique ondulatoire des systèmes de corpuscules*, 2e éd., Gauthier-Villars, 1950, p. 131 et suiv.

$\varphi(\vec{R}_1, \vec{R}_2, \vec{r}_{12}, t)$ désignant la phase de l'onde Ψ du système dans l'espace de configuration

De même pour les amplitudes des ondes Ψ individuelles (définies quand on suppose connu pour chaque corpuscule le mouvement de l'autre corpuscule), on devra avoir

$$(3) \qquad a_1(\vec{R}_i, \vec{r}_{12}, t) = a_2(\vec{R}_i, \vec{r}_{12}, t) \qquad \text{pour } i = 1, 2$$

et l'on tire alors de la définition des potentiels quantiques et des formules (10) de la Note précédente

$$(4) \quad Q_{11}(\vec{R}_i, t) = Q_{22}(\vec{R}_i, t); \quad Q(\vec{R}_1, \vec{R}_2, \vec{r}_{12}, t) = Q_{11}(\vec{R}_1, t) + Q_{11}(\vec{R}_2, t) + Q_{12}(\vec{r}_{12}, t).$$

Ces formules, comme les formules (2), résultent d'ailleurs du fait que les deux singularités sont sans individualité et peuvent être échangées sans que rien ne soit modifié dans l'état ondulatoire.

Donc le potentiel quantique dans l'espace de configuration

$$(5) \qquad Q(\vec{R}_1, \vec{R}_2, \vec{r}_{12}, t) = -\frac{h^2}{8\pi^2 m} \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)\, a(\vec{R}_1, \vec{R}_2, \vec{r}_{12}, t)}{a(\vec{R}_1, \vec{R}_2, \vec{r}_{12}, t)}$$

doit être symétrique en $\vec{R}_1$ et $\vec{R}_2$.

Si $A(\vec{R}_1, \vec{R}_2, \vec{r}_{12}, t)$ est l'amplitude d'une solution quelconque (non symétrique) de l'équation de propagation des ondes Ψ dans l'espace de configuration, on devra former une combinaison linéaire de la forme

$$(6) \qquad a(\vec{R}_1, \vec{R}_2, \vec{r}_{12}, t) = C A(\vec{R}_1, \vec{R}_2, \vec{r}_{12}, t) + D A(\vec{R}_2, \vec{R}_1, \vec{r}_{12}, t)$$

où C et D sont des constantes complexes, telle que la quantité (où $\Delta = \Delta_1 + \Delta_2$)

$$\frac{C\,\Delta A(\vec{R}_1, \vec{R}_2, \vec{r}_{12}, t) + D\,\Delta A(\vec{R}_2, \vec{R}_1, \vec{r}_{12}, t)}{C A(\vec{R}_1, \vec{R}_2, \vec{r}_{12}, t) + D A(\vec{R}_2, \vec{R}_1, \vec{r}_{12}, t)} \sim Q$$

soit insensible à la permutation de $\vec{R}_1$ et de $\vec{R}_2$, c'est-à-dire à l'échange des positions des deux singularités. En écrivant explicitement cette condition, on trouve aisément $C^2 = D^2$, c'est-à-dire $|C| = |D|$ et $2 \arg C = 2 \arg D + 2n\pi$, d'où

$$(7) \qquad C = |C| e^{i\alpha}, \qquad D = \pm |C| e^{i\alpha} = \pm C.$$

Ces formules expriment qu'on ne doit admettre pour l'onde Ψ dans l'espace de configuration que les formes symétriques ou les formes antisymétriques, conformément au résultat classique de la Mécanique ondulatoire des systèmes formés de particules de même nature. Mais ici, en accord avec l'idée que nous avions développée dans une Note atérieure ([1]), ce résultat apparaît comme

([1]) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 265.

découlant du fait que les ondes *u* de corpuscules de même nature, quand elles empiètent dans l'espace, doivent se fondre en une onde unique comportant plusieurs singularités dont les rôles sont interchangeables parce que des singularités appartenant à une même onde ne possèdent pas d'individualité.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide homoterpénylique.*

Note (*) de MM. **Marcel Delépine** et **Marius Badoche.**

On obtient de l'acide homoterpénylique dextrogyre en oxydant la *d*-nopinone tirée de l'acide *l*-nopinique issu du *l*-nopinène (*l*-pinène β). Ce résultat, confronté avec la formation du même acide par oxydation du *d*-méthoéthylheptanonolide issu du *d*-pinène α, permet quelques déductions sur le mode d'oxydation de la nopinone et sur l'obtention d'antipodes à partir d'une seule substance initiale.

Dans une précédente Note ([1]) nous avons décrit l'obtention de l'acide *d*-homoterpénylique par oxydation du *d*-méthoéthylheptanonolide issu de l'acide *d*-pinonique, résultant lui-même de l'oxydation du *d*-pinène α. Cet acide, obtenu pour la première fois sous forme active, possède un pouvoir rotatoire relativement élevé, $[\alpha]_D + 60°,5$ (dans l'acétone).

Il était indiqué de rechercher si quelque autre origine permettrait également de l'obtenir actif et de vérifier si nous l'avions eu proche de la pureté.

Parmi les substances signalées comme génératrices de cet acide se trouve la nopinone. Von Baeyer ([2]), dès 1896, a montré que la nopinone de l'essence de térébenthine conduit nettement à l'acide homoterpénylique, mais bien qu'il fût parti d'une substance active, il s'est contenté d'en donner le point de fusion, soit 102°, sans noter le pouvoir rotatoire. Nous rappelons qu'une nopinone dextrogyre s'obtient par oxydation de l'acide nopinique lévogyre résultant lui-même de celle du *l*-nopinène ou *l*-pinène β.

Nous sommes partis de 2 g d'une nopinone dextrogyre $\rho_D = 18°,5$ sous 1 dm, sans solvant. Attaquée suivant la technique même de Von Baeyer, sans modification spéciale, elle nous a fourni, par rapport à la théorie, un rendement de 50 % en un acide bien cristallisé, fusible à 102° (fusion instantanée), ayant un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D + 58°,5$ (acétone, $C = 0,04$), si voisin de 60°,5 que nous n'avons pas été plus loin, nous contentant de vérifier que mélangé à l'acide issu du *d*-méthoéthylheptanonolide il n'en changeait pas le point de fusion. Les deux acides sont identiques.

En réalité, nous pensions obtenir l'acide *l*-homoterpénylique puisque le nopinène lévogyre est de la série du pinène lévogyre; ce résultat inattendu va nous conduire à des déductions intéressantes sur le processus des réactions.

(*) Séance du 1er décembre 1952.

(1) M. Delépine et M. Badoche, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1069.

(2) *Ber. d. chem. Gesells.*, 29, 1896, p. 1923.

Convenons d'écrire le *d*-pinène selon le schéma (I) dans lequel, comme dans tous ceux où subsiste le noyau tétraméthylénique, il est entendu que si le chaînon $CH_3-C=CH-CH_2$ est dans le plan du papier, le $C(CH_3)_2$ marqué ⟂ ou ⊤ est au-dessus, le CH_2, en arrière (en pointillé), les CH étant des charnières d'où émergent trois chaînons inclinés aux environs de 120° l'un sur l'autre.

Le *l*-pinène aura la configuration antipode (VI). D'autre part, le *l*-nopinène du fait des réactions avec les acides qui conduisent aux mêmes produits que le *l*-pinène, possédera la configuration (VII) qui conserve la situation du noyau tétraméthylénique de (VI).

Le passage du *d*-pinène (I) à l'acide *d*-homoterpénylique (V) se suit aisément. L'oxydation donne l'acide pinonique (II); celui-ci, par ouverture de son cycle tétraméthylénique (sous l'influence de SO_4H_2), conduit à l'acide intermédiaire (III), dont la lactonisation fournit le *d*-méthoéthylheptanonolide (IV) (appelé *d*-cétolide). Puis, l'oxydation dont il a été fait état dans la Note antérieure donne enfin l'acide *d*-homoterpénylique (V).

I. d-Pinène — II. Acide pinonique — III. Interm. — IV. d-Cétolide — V. A. d-homoterpénylique

VI. l-Pinène — VII. l-Nopinène — VIII. d-Nopinone — IX — X. Acide dia.

Pour que la nopinone (VIII) conduise au même acide, il faut que la coupure ait lieu entre le CO et le C tétraméthylénique, ce qu'une formule à structure énolique (IX) permet d'entrevoir.

Cela prouve que l'énolisation de la nopinone n'a pas lieu à gauche comme dans le schéma (XI) car son oxydation suivie d'hydratation, puis de lactonisation donnerait successivement (XII et XIII), c'est-à-dire l'acide *l*-homoterpénylique (XIII), antipode de celui que l'on a réellement obtenu.

Il faut, en outre, admettre que la transformation de la nopinone ne commence pas par l'ouverture du noyau tétraméthylénique, puisque cela conduirait au

composé (XIV) à structure symétrique, dont la transformation ultérieure ne saurait aboutir à un acide actif. Il est donc nécessaire de se rallier au schéma (IX) : oxydation de la double liaison imaginée et ce, sans rupture préalable du cycle tétraméthylénique.

XI XII XIII XIV

Une autre conséquence encore. L'un de nous ([3]) a démontré, dès 1924, que le *l*-nopinène au cours de l'action des acides organiques se transformait en partie en *l*-pinène; dès lors, puisque le *d*-pinène aboutit à l'acide *d*-homoterpénylique (I) à (V), le *l*-pinène donnera l'antipode. Le *l*-nopinène engendrera donc, à volonté, les deux antipodes de cet acide suivant le chemin suivi pour les transformations. C'est un exemple de plus sur la difficulté de rattacher une substance active à un chef de file unique. Enfin, Dupont et Zacharewicz ([4]) ont obtenu les nopinènes droit ou gauche à partir des pinènes de même signe; il en découle encore un mode d'obtention des deux acides homoterpényliques antipodes dérivant d'un même pinène.

Les transformations que nous rapportons peuvent se résumer ainsi :

d-pinène*	↗ ac. *d*-pinonique*	→	*d*-cétolide*	→	ac. *d*-homoterpénylique*	(1)
	↘ *d*-nopinène	→	*l*-nopinone	→	ac. *l* »	(2)
l-nopinène	↗ *d*-nopinone*	→		→	ac. *d** »	(3)
	↘ *l*-pinène	→	ac. *l*-pinonique	→	ac. *l* »	(4)

A volonté, du *d*-pinène fournira l'un ou l'autre des acides, le *d* par le chemin 1, le *l* par le chemin 2, si on le change préalablement en *d*-nopinène, d'après les expériences de Dupont et Zacharewicz; le *l*-pinène donnerait naturellement les antipodes. Si l'on prend le *l*-nopinène comme point de départ, puisque celui-ci est transformable en *l*-pinène générateur d'acide *l* (chemin 4) et que le *l*-nopinène (chemin 3) donne de l'acide *d*, on aura ici encore les deux acides antipodes. Les astérisques indiquent les expériences relatées au cours de nos recherches.

Ajoutons enfin que si l'on transforme l'acide homoterpénylique en diahomo-

---

([3]) M. Delépine, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 2087; 179, 1924, p. 175; *Bull. Soc. Chim.*, 4e série, 35, 1924, p. 1463; 39, 1926, p. 1679. M. Delépine et A. Adida, *Ibid.*, 39, 1926, p. 782. G. Austerweil (*Ibid.*, 39, 1926, p. 1639) a indiqué des conditions favorables à cette transformation.

([4]) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 759.

terpénylate disodique (XVI) par ouverture de la fonction olide, puis qu'on acidifie la solution par ClH jusqu'au virage du rouge Congo, et récupère l'acide organique par concentration convenable, ce n'est pas le diacide qui est obtenu, mais un monoacide olide identique au point de départ.

$$\begin{array}{c} CO_2Na.CH_2.CH_2.CH.CH_2.CO_2Na \\ | \\ CH_3.C.CH_3 \\ | \\ OH \end{array}$$

(XVI)

$$\begin{array}{ccc} CO_2H.CH_2.CH_2.CH.CH_2.CO & \quad & CO.CH_2.CH_2.CH.CH_2.CO_2H \\ (CH_3)_2C\text{——}O & \quad & O\text{——}C(CH_3)_2 \end{array}$$

(XVII) (XVIII)

Autrement dit, des deux acides olides possibles (XVII) et (XVIII), c'est celui (XVII) dans lequel la fonction olide est en γ ou 1.4 qui se forme exclusivement.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches sur la teneur en manganèse des Phanérogames.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **Lazare Silberstein**.

Nous avons donné les raisons qui nous ont conduits à entreprendre le dosage du manganèse dans un nombre important de plantes entières. Les premiers résultats que nous avons obtenus en opérant sur 150 espèces de Phanérogames [1] ont justifié ces raisons et nous ont engagés à poursuivre l'enquête commencée. Actuellement, nous avons pu récolter et préparer dans de bonnes conditions, puis analyser 420 échantillons provenant de 389 espèces de Phanérogames.

La différence entre le nombre des échantillons et celui des espèces tient soit à ce que certaines plantes étant dioïques, leur analyse a porté séparément sur des individus mâles et des individus femelles et que l'on a pris pour l'espèce la moyenne des résultats obtenus (cas du Compagnon blanc, de la Bryone, de la Mercuriale vivace et de la Grande Ortie), ou bien à ce que la partie aérienne de telle ou telle plante biannuelle étant formée des tiges de l'année portées par des branches de l'année précédente, on a calculé la moyenne proportionnelle des chiffres résultants de l'analyse des unes et des autres (cas de *Satureia montana* et de *Epilobium rosmarinifolium*). Ou bien encore, et ce cas est le plus fréquent, il s'agit de la moyenne des teneurs trouvées en analysant deux échantillons d'une même espèce différant par l'année ou le lieu de la récolte.

Cet ensemble de recherches nous permet de considérer comme très voisines de la vérité, du moins pour la France et les régions limitrophes de l'Angleterre, de l'Italie et de la Suisse, les observations suivantes.

---

(1) *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 2386.

Tout d'abord, le manganèse est dosable dans toutes les espèces, par la méthode que nous avons utilisée, en opérant sur un gramme au plus de plante sèche.

Les teneurs en métal trouvées varient largement d'une espèce à l'autre : d'environ 10 mg/kg (Orobanche, Aconit tue-loup, Herbe au chat, etc.) à plus de 500 mg et même d'un gramme.

Si l'on inscrit ces teneurs par ordre de grandeur croissante, on peut reconnaître que les plus faibles, jusqu'à 20 mg, sont peu fréquentes (environ 8 %) et que celles dépassant 200 mg le sont encore moins (environ 6,5 %).

Ce sont les espèces contenant entre 20 et 50 mg de métal par kilogramme sec qui existent dans la plus grande proportion (près d'une espèce sur deux). Celles dont la teneur s'élève de 50 à 100 mg ne sont déjà plus que de 20 %. Les teneurs en manganèse que l'on rencontre le plus souvent sont voisines de 20 ($\pm$ 5) mg/kg de matière sèche.

Si l'on considère à présent la teneur en manganèse non plus simplement par rapport aux espèces, quel que soit l'ordre dans lequel on les rencontre au fur et à mesure des récoltes ou des analyses, mais en faisant intervenir la place que ces espèces occupent dans une classification naturelle, basée sur la forme extérieure et l'anatomie des organes, voire sur leur physiologie, on observe l'existence d'une certaine relation entre la teneur moyenne en métal et les groupes plus ou moins importants auxquels les plantes appartiennent.

Nous avons trouvé, pour les familles particulièrement nombreuses ou intéressantes au point de vue économique par certaines de leurs espèces, les nombres suivants :

	Nombre d'espèces analysées.	Manganèse par espèce (mg/kg mat. sèche).
Dicotylédones.		
Renonculacées	23	103,5
Crucifères	26	43,8
Caryophyllées	21	110,4
Légumineuses	25	76,7
Rosacées	13	130,4
Ombellifères	14	64,3
Composées	34	62,3
Boraginées	10	67,9
Solanées	11	65,0
Scrofulariées	12	470,6
Labiées	26	65,0
Salsolacées	11	39,1
Polygonées	11	65,0
Autres familles Dicotylédones	81	109,1
Teneur moyenne en Mn par espèce : 97,7 mg.		
Monocotylédones.		
Graminées	35	77,5
Autres familles de Monocotylédones	36	126,5
Teneur moyenne en Mn par espèce : 98,6 mg.		

Il résulte de ce tableau que des familles entières de plantes, spécialement les Crucifères et les Salsolacées parmi les Dicotylédones, les Graminées parmi les Monocotylédones, sont formées d'espèces contenant le plus souvent des proportions de manganèse très inférieures à la moyenne de celles que l'on rencontre dans les embranchements auxquels elles appartiennent ([2]).

MÉCANIQUE. — *De la valeur du coefficient de Poisson dans les phénomènes élasto-plastiques*. Note de M. **Gustavo Colonnetti.**

Une objection récemment soulevée par M. Nabarro ([1]) à propos de mes Notes « Sur l'équilibre élasto-plastique dans le temps » ([2]) met en cause la valeur qu'il convient d'attribuer au coefficient de Poisson.

Or, avant de prendre position à ce sujet, il faut bien s'entendre sur les buts et les limites du problème.

Les déformations plastiques commencent à se manifester dans les corps naturels dès que, sous l'action des forces extérieures, la limite élastique vient d'être atteinte.

Cela arrive d'ordinaire autour de certains points ou dans quelque région limitée du corps, où se vérifie une concentration de tensions intérieures.

Par l'intervention des déformations plastiques, des limites se posent à tout accroissement ultérieur de la contrainte locale, et les tensions intérieures tendent à se déplacer vers d'autres régions du corps initialement moins chargées.

Si les forces extérieures continuent de s'accroître, les régions du corps où se produisent des déformations plastiques s'élargissent et se multiplient jusqu'à ce que le corps tout entier soit passé à l'état plastique.

Cet état n'a plus aucun rapport avec l'état d'équilibre élastique initial. Les déformations peuvent s'accroître indéfiniment; par rapport à elles, les déformations élastiques peuvent devenir négligeables.

On croit généralement que dans cet état les déformations se produisent

---

([2]) Cette Note est extraite d'un Mémoire qui paraîtra prochainement, où se trouveront d'autres détails et le tableau complet des résultats analytiques.

([1]) *Applied Mechanics Reviews*, April 1952.

([2]) *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 593, 644, 677, 717.

L'objection est née de l'interprétation que l'on a pu donner aux mots *proportionnelles aux tensions initiales* que, à propos des variations des déformations plastiques, j'ai employés, dans la Note parue dans ces *Comptes rendus* à la page 646, lignes 6 et 7.

A la rigueur, j'aurais dû écrire que les variations des déformations plastiques étaient des *fonctions linéaires et homogènes des tensions initiales*.

Après quoi, ma démonstration n'aurait pu donner lieu à d'autres réserves, à l'exception de celle dont il est question dans la présente Note.

à volume constant (ou presque constant); au coefficient de Poisson on devrait donc attribuer la valeur limite 0,50 (³).

La valeur du coefficient reste au contraire très douteuse dans la première phase du phénomène; phase à laquelle se rapportent mes recherches, et à laquelle il faudra toujours se rapporter si l'on veut envisager le problème pratique des constructions où les déformations plastiques sont admises seulement si elles sont localisées et si elles se maintiennent dans l'ordre de grandeur des déformations élastiques.

Il paraît en effet assez peu probable que le passage de la matière de l'état élastique à l'état plastique se réalise d'un seul coup et soit caractérisé par un changement brusque des valeurs des constantes physiques.

Nous parlons toujours de « limite élastique » en l'identifiant avec la valeur au delà de laquelle nos instruments nous révèlent les premières déformations permanentes. Mais nous savons tous que cette valeur dépend de la précision des instruments de mesure, et qu'à chaque accroissement de la sensibilité de ces instruments correspond un abaissement des valeurs de la limite élastique.

Si l'on pouvait disposer d'instruments infiniment sensibles, nous serions vraisemblablement conduits à attribuer à la plupart des matériaux des limites élastiques infiniment petites, et des valeurs des constantes physiques variant avec continuité.

Il est donc raisonnable d'admettre que même le coefficient de Poisson ne passe pas d'un seul coup de la valeur relative aux phénomènes parfaitement élastiques à celle qui caractérise une parfaite plasticité. Il est raisonnable d'admettre que, tant que les déformations plastiques se maintiennent très petites, la valeur du coefficient de Poisson ne diffère pas sensiblement de celle relative aux déformations élastiques.

Il faut d'ailleurs tenir aussi compte du fait que, même dans les limites de l'élasticité soit-disant parfaite, le coefficient de Poisson n'a pas toujours cette valeur constante que Navier et Cauchy avaient cru pouvoir lui attribuer.

Si l'on accepte les résultats des expériences faites par un savant de l'autorité de Schaefer, on peut partir de valeurs très petites telles que 0,06 ou 0,08 pour certaines pierres, passer par des valeurs comprises entre 0,25 et 0,33 pour les métaux comme le cuivre, le fer et les différents types d'acier, et atteindre des valeurs telles que 0,36 pour l'aluminium, 0,43 pour le plomb, et 0,49 pour certains alliages tels que celui de Wood.

Dans cette incertitude et variabilité de valeurs, je ne vois absolument

---

(³) La chose n'est même pas sûre. Sur des échantillons de duraluminium dont les déformations avaient été poussées au delà de 3 %, K. H. Swainger a obtenu pour le coefficient de Poisson des valeurs sensiblement constantes et très proches de 0,37 (*Nature*, **3**, **8**, 1946).

pas quel intérêt il y aurait à introduire dans nos calculs toutes les complications inhérentes à une différentiation des valeurs du coefficient dans les cas où coexistent des déformations élastiques et des déformations plastiques du même ordre de grandeur.

Ici, l'hypothèse de l'invariance du coefficient de Poisson, à laquelle je me suis constamment rapporté dans mes travaux sur l'équilibre élasto-plastique, est, à mon avis, tout aussi justifiée que les autres hypothèses, caractéristiques de la théorie classique de l'élasticité, et dont personne ne songe à contester la légitimité.

Bien entendu, la théorie qui en découle ne pourra être acceptée que comme une « théorie limite ». Mais il ne faut pas oublier que, dans le cas de l'équilibre élasto-plastique comme dans le cas de l'équilibre élastique, ce caractère de « théorie limite » est acquis, une fois pour toutes et indépendamment de toute autre considération, dès qu'on introduit l'hypothèse de la petitesse des déformations.

HISTOPATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Effets du fluorure de calcium naturel (spath fluor) et synthétique sur les tissus conjonctifs et lymphoïdes.* Note de MM. **Albert Policard** et **André Collet.**

Le fluorure de calcium, soit naturel (spath fluor), soit synthétique, possède des propriétés fibrosantes comparables à celles du quartz. Son action sur le tissu lymphoïde des ganglions est par contre plus réduite.

L'observation clinique a montré la fréquence et la gravité des pneumoconioses dans les mines de spath fluor [1] où les mineurs sont exposés à un mélange de poussières de silice et de spath. Pour préciser le rôle respectif de ces deux minéraux dans le développement des lésions, nous avons été amenés à étudier expérimentalement l'action des poussières de spath fluor mélangées ou non avec de la silice.

La technique suivie a été celle de Miller et Sayers [2] appliquée chez le Rat à des particules soigneusement calibrées au-dessous de 2 μ. Les roches examinées avaient été préalablement analysées, chimiquement (analyse chimique proprement dite, analyse thermique différentielle et analyse spectrographique quantitative) et minéralogiquement (diffraction X), au point de vue de leur teneur en quartz.

Divers échantillons ont donné les résultats suivants :

---

(1) H. Pailiard, G. Petit et J. Champeix, *Société des Sciences médicales de Clermont-Ferrand*, 24 juin 1948; F. Luton et J. Champeix, *Arch. Mal. Profess.*, 12, 1951, p. 505; A. Farjot, E. Balgairies et E. Quinot, *Rev. med. minière*, nos 13-14, 1951, p. 37; K. Nicol, *Die Staublunge der Flusspatharbeiter*, Fischer, Iéna, 1933.

(2) *Public Health Reports*, 49, 1934, p. 80.

1. *Spath fluor naturel d'une mine d'Auvergne, pauvre en quartz* (moins de 1 %). — Dès le 15e jour, au niveau de l'épiploon, forte réaction cellulaire et sclérose très accentuée. Après un et deux mois, la réaction fibreuse est plus accentuée qu'avec le quartz seul, dans les mêmes conditions expérimentales. Par contre, les altérations des ganglions lymphatiques médiastinaux et abdominaux sont beaucoup plus faibles qu'avec le quartz (pas de plages confluentes de cellules momifiées). La contradiction entre l'intensité des lésions épiploïques et ganglionnaires est frappante.

2. *Spath fluor naturel en cristaux cubiques typiques et triés* (quartz, moins de 0,5 %). — Résultats superposables aux précédents, dans les mêmes délais.

3. *Spath fluor naturel de la même mine, mais renfermant de 6 à 50 % de quartz.* — L'épiploon montre des granulations hyalines sensiblement du même type qu'avec les échantillons pauvres en quartz, mais plus nombreuses. Les ganglions sont plus gros et, après huit mois, présentent les grandes plages cellulaires claires caractéristiques du quartz.

4. *Fluorure de calcium synthétique préparé par action de* HF *sur* CO_3Ca *et purifié par électrodialyse* (moins de 0,35 de Si élément par spectrographie quantitative). — La réaction épiploïque miliaire est aussi intense qu'avec le spath fluor naturel dépourvu de quartz d'accompagnement. Par contre, les ganglions, bien qu'hypertrophiés, ne montrent que de très faibles lésions prolifératives cellulaires.

5. *Fluorure de calcium synthétique additionné de 1 % et de 10 % de quartz cristallisé pur.* — Des témoins recevant 1 mg de quartz seul, montrent après un et deux mois seulement de rares granulations miliaires et de rares plages prolifératives ganglionnaires; avec 10 mg, on observe dans les mêmes délais des lésions miliaires et des plaques ganglionnaires nettes, mais encore peu de fibrose. Ces mêmes quantités de quartz additionnées de fluorure de calcium provoquent en un et deux mois l'apparition : *a.* avec 1 mg de quartz, des mêmes lésions que le fluorure seul, *b.* avec 10 mg, une superposition des altérations tissulaires du quartz et du fluorure.

Conclusions. — Des échantillons de spath fluor naturel ou de fluorure de calcium synthétique ne renfermant pas ou renfermant seulement des traces de quartz (moins de 1 %) provoquent après un et deux mois, au niveau de l'épiploon, des lésions fibreuses intenses comparables à celles produites par le quartz. Par contre, à la différence de celui-ci, les réactions ganglionnaires sont réduites et non fibreuses même après deux mois. Le fluorure de calcium naturel ou synthétique paraît donc posséder des capacités fibrosantes accentuées au moins égales à celles du quartz. Le mécanisme de cette action reste à déterminer.

M. **Émile Borel**, en sa qualité de Président du Comité National Français de Mathématiques, fait hommage à l'Académie de la première Partie des Œuvres d'Élie Cartan. Cette première Partie, consacrée à la Notice sur les travaux scientifiques et aux Notes et Mémoires se rattachant à la Théorie des Groupes de Lie, comprend deux volumes d'environ 1400 pages. Les deux autres Parties se rapporteront respectivement, la seconde à l'Algèbre, systèmes différentiels et problèmes d'équivalence, et la troisième à la Géométrie différentielle et à divers autres objets.

Le Comité de publication remercie, dans une Note liminaire, tous ceux qui ont contribué à rendre possible cette publication; en nous associant à ces remerciements, nous ne devons pas oublier les Membres de ce Comité. Grâce à leur zèle, un instrument de travail, d'une qualité incomparable, a été mis à la disposition des mathématiciens dans un délai très bref, et tout permet d'espérer que la publication se continuera avec la même rapidité.

M. **Théodore Monod** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire, en collaboration avec M. R. Schnell, intitulé : *Mélanges botaniques*, qui constitue le n° 18 des *Mémoires de l'Institut français d'Afrique Noire*.

M. **Gottlieb Fluckiger** adresse à l'Académie deux Notes parues dans les *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* : 1° *Über die Bekämpfung der Rindertuberkulose in Europa und die Frage der Schutzimpfung;* 2° *Der Verlauf und die Bekämpfung der Maul-und Klauenseuche* 1951-1952 *in den europäischen Weststaaten*.

L'Ouvrage suivant est présenté par M. **Roger Heim** : Encyclopédie mycologique. XX. *Les Agaricales*. Tome II. *Russulacées, Hygrophoracées Gomphidiacées, Paxillacées, Bolétacées*, par P. Konrad et A. Maublanc.

CORRESPONDANCE.

Le Directeur du **Palais de la Découverte** adresse à l'Académie le Catalogue de l'Exposition *Léonard de Vinci, Homme de science*, 1452-1519.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Tablet Making*, by Arthur Little and K. A. Mitchell.

2° L. Aufrère. *De Thalès à Davis. Le relief et la sculpture de la Terre*. (*Auteurs*,

textes, doctrines, ambiances.) Tome IV. *La fin du XVIIIe siècle.* I. *Soulavie et son secret. Un conflit entre l'actualisme et le créationisme. Le temps géomorphologique.*

ALGÈBRE. — *Sur les groupes analytiques dans les modules filtrés.* Note de M. **Michel Lazard**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

Les résultats suivants étendent la théorie de Dynkin (1) au cas où le corps de base est discret. Au moyen d'une axiomatisation convenable de l'analyticité des fonctions, on développe une théorie qui conduit, entre autres, à établir l'universalité de la formule de Campbell-Hausdorff (2), en même temps qu'on retrouve des résultats classiques de Lie, considérés du point de vue des séries formelles.

1. Soit L un espace vectoriel sur le corps Q des nombres rationnels; $\omega(x)$ est une filtration (3) à valeurs entières et $+\infty$, définie sur L et vérifiant : *a.* $\omega(x)=+\infty$ équivaut à $x=0$; *b.* $\omega(x-y)\geq \mathrm{Inf}(\omega(x), \omega(y))$; *c.* $\omega(\lambda x)\geq\omega(x)$ (où $x, y \in L$; $\lambda\in Q$). L est supposé complet pour la métrique $d(x, y)=2^{-\omega(x-y)}$.

Le lemme suivant est fréquemment utilisé : Si $x_k(0\leq k<\infty)$ est une suite d'éléments de L tendant vers 0 telle que pour tout entier positif n, $\Sigma_{0\leq k<\infty} n^k x_k=0$, on a $x_k=0$ pour tout k.

Les fonctions que nous allons considérer ont leurs arguments et leurs valeurs dans L. Une fonction $f(x)$ sera dite homogène de degré k en x si $f(nx)=n^k f(x)$ pour tout entier n (k entier ≥ 0). Une fonction de plusieurs arguments sera dite homogène si elle est homogène par rapport à chaque argument; son degré total sera la somme de ses degrés par rapport à chaque argument. Nous supposons donnée une certaine famille de fonctions, que nous appellerons *analytiques*, les axiomes suivants étant vérifiés : 1° les fonctions x, λx, $x+y$ des arguments x et y sont analytiques ($\lambda\in Q$); 2° si $f(x_1, \ldots, x_r)$ est une fonction analytique des arguments $x_1, \ldots, x_r$ et si $g_1, \ldots, g_r$ sont des fonctions analytiques des arguments $y_1, \ldots, y_s$, $f(g_1, \ldots, g_r)$ est une fonction analytique des arguments $y_1, \ldots, y_s$; 3° une fonction analytique homogène de degré 0 par rapport à un argument ne dépend pas de cet argument; 4° une fonction analytique $f(x_1, \ldots, x_p)$ homogène de degré total $k\geq 1$ vérifie : $\omega(f(x_1, \ldots, x_r))\geq(k-1)+\mathrm{Inf}_{1\leq i\leq r}(\omega(x_i))$; 5° toute fonction analytique est égale à la somme d'une série de fonctions analytiques homogènes, et toute série de fonctions analytiques homogènes, dont les degrés croissent indéfiniment, converge vers une fonction analytique (au sens de la convergence simple).

---

(1) *Usp. Mat. Nauk.* V, I, 35, 1950, p. 135-186.
(2) *Bericht. Sachs. Ges.*, 58, 1906, p. 19-48.
(3) *Cf.* J. Leray, *Journ. Mat. P. et Ap.*, 29, 1950, p. 2.

2. Un *groupe analytique* est un groupe G (noté multiplicativement) dont les éléments peuvent être identifiés à ceux de L, de telle sorte que $xy^{-1} = g(x, y)$ soit une fonction analytique. On démontre que si $xy = f(x, y)$ définit dans L une loi de composition analytique, associative, et admettant un élément neutre e qui est une fonction analytique constante, xy est une loi de groupe analytique. Posant $f'(x, y) = f(x + e, y + e) - e$, on se ramène au cas où $e = 0$, ce qu'on suppose désormais. On définit x^n, pour tout entier $n = 0$ par $x^0 = 0$, $x^{n+1} = x^n x$. Alors $x^n = \Sigma_{1 \leq i < \infty} C_i(x, n)$, où $C(x, n)$ est une fonction analytique de degré i en x; et l'on démontre, par récurrence sur i, que $C_i(x, n) = \Sigma_{1 \leq j \leq i} n^j B_{i,j}(x)$ ($B_{i,j}(x)$: fonction analytique de degré i).

Lemme. — *On suppose données pour tous les couples d'entiers i, j vérifiant $1 \leq j \leq i < \infty$ des fonctions $H_{i,j}(x)$ telles que : a. $H_{i,j}(x)$ est analytique et homogène de degré i; b. si l'on pose $x^{(n)} = \Sigma_{1 \leq j \leq i < \infty} n^j H_{i,j}(x)$, on a $x^{(1)} = x$ et $(x^{(m)})^{(n)} = x^{(mn)}$ pour tout couple d'entiers positifs m et n. Alors, posant $\mathrm{Log}\, x = \Sigma_{1 \leq i < \infty} H_{i,1}(x)$ et $\exp x = \Sigma_{1 \leq i < \infty} H_{i,i}(x)$, on a $x = \mathrm{Log}(\exp x) = \exp(\mathrm{Log}\, x)$; $\mathrm{Log}\, x^{(n)} = n\, \mathrm{Log}\, x$; $(\exp x)^{(n)} = \exp(nx)$.*

Il en résulte qu'on peut, par un changement analytique de coordonnées, se ramener au cas de coordonnées canoniques (c'est-à-dire telles que $x^n = nx$), ce que nous supposerons désormais. Si $A_2(x, y)$ est la composante homogène de degré total 2 de $f(x, y) = xy$, on pose $[x, y] = 2 A_2(x, y)$, et l'on démontre que la nouvelle opération $[x, y]$ fait de L une algèbre de Lie sur Q. De plus, $x^{-1} y x = \Sigma_{0 \leq k < \infty} [yx^k]/k!$ (où l'on a posé $[yx^0] = y$; $[yx^{k+1}] = [[yx^k], x]$).

Théorème. — *En coordonnées canoniques, la loi de groupe xy est entièrement déterminée par le crochet de Lie $[x, y]$, et l'on a, suivant la formule de Campbell-Hausdorff :*

$$xy = x + y + \frac{1}{2}[x, y] + \frac{1}{12}[xy^2] + \frac{1}{12}[yx^2] + \ldots.$$

On décompose $xy = x + y + A_2(x, y) + \ldots + A_k(x, y) + \ldots$ en ses composantes homogènes, et sans rien supposer connu de la formule de Hausdorff, on démontre l'existence d'une formule universelle où les $A_k(x, y)$ peuvent être identifiés à des éléments de l'algèbre de Lie libre sur Q engendrée par x et y. La démonstration procède par récurrence sur k et s'appuie sur l'identité $(xy)^2 = x^2 y^2 y^{-1}(y^{-1} x^{-1} y x) y$. On montre alors que la formule de Campbell-Hausdorff est une spécialisation générique de la formule universelle.

3. Si Q est remplacé par un corps de caractéristique $p \neq 0$, les résultats précédents tombent en défaut. Sur un tel corps, il n'existe pas de formule universelle du type de Hausdorff.

Cependant, soit J_p l'anneau des nombres rationnels λ tels que $((p-1)!)^h \lambda$ soit entier pour un certain entier h. Nous modifierons les axiomes en supposant, toutes choses égales d'ailleurs, *a*. que L est un J_p-module unitaire; *b*. que

toute fonction analytique de degré total $\geq p$ est nulle. Alors les résultats précédents restent vrais la [formule de Campbell-Hausdorff n'est plus utilisée que jusqu'aux termes de degré $(p-1)$].

TOPOLOGIE ALGÉBRIQUE. — *Sur les anneaux spectraux de certaines classes d'applications. IV. Cohomologie des hypersurfaces algébriques.* Note de M. **István Fáry**, présentée par M. Paul Montel.

L'étude de l'anneau spectral de l'application (1) que définit un polynome permet de déterminer les modules de cohomologie d'une hypersurface générique de l'espace affine complexe (théorèmes 2, 3) [1]. La théorie de Lefschetz [2] utilise une induction sur la dimension de l'hypersurface que nous pouvons éviter en liant les classes de cohomologie directement aux invariants (4) (théorèmes 1, 4; corollaires 1, 2).

1. C_{n+1} désigne l'espace affine complexe à $n+1$ dimensions, lieu du point $x=(x_1, \ldots, x_{n+1})$ (x_j complexe, $n \geq 1$) [1]. Soit P un polynome à $n+1$ variables à coefficients complexes de *degré m* ($m \geq 1$). P définit une application

(1) $$P: \quad C_{n+1} \to C,$$

qui fait correspondre à $x \in C_{n+1}$ la valeur complexe $\xi = P(x_1, \ldots, x_{n+1})$ dans le plan C des nombres complexes. L'image inverse d'un point $\xi \in C$ est une hypersurface algébrique F_ξ, définie par l'équation

(2) $$F_\xi: \quad P(x_1, \ldots, x_{n+1}) = \xi.$$

Dans ce qui suit nous supposons que P a les propriétés suivantes : 1° P est irréductible; 2° le système d'équations

$$\frac{\partial P}{\partial x_1} = 0, \quad \ldots, \quad \frac{\partial P}{\partial x_{n+1}} = 0$$

a pour solutions $\mu = (m-1)^{n+1}$ points $c^1, \ldots, c^\mu$ de C_{n+1}; 3° si nous ordonnons P suivant les puissances des coordonnées de $x - c^j$ ($1 \leq j \leq \mu$), ce développement commence par la constante $P(c^j)$ plus une forme quadratique non dégénérée; 4° $P(c^j) \neq P(c^k)$ ($j \neq k$).

2. $c^1, \ldots, c^\mu$ sont les points critiques, $\gamma_j = P(c^j)$, $j = 1, \ldots, \mu$ sont les valeurs critiques de l'application (1) au sens des définitions (6)-(10) de la Note I [1]. Les autres points et les autres valeurs sont ordinaires.

Soit Γ une courbe différentiable dans le plan C joignant les points ξ, η. Si Γ ne contient pas de valeur critique, elle détermine une homéomorphie

(3) $$F_\xi \approx F_\eta.$$

---

[1] Cette Note fait suite à : Note I des *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 686; Note II, *ibid.*, p. 780; Note III, *ibid.*, p. 1272.

[2] *L'analysis situs et la géométrie algébrique*, Paris, 1924; *cf.* p. 89, théorèmes.

3. Pour étudier le faisceau $\mathcal{B}$ [*voir* Note I ([1]), n° 3] défini sur le plan C envisageons une valeur critique $\gamma = P(c)$ (c étant l'un des points $c^1, \ldots, c^\mu$). Si le nombre réel ρ est inférieur à $\min|\gamma_j - \gamma_k|$, le *voisinage fermé* V : $|P(x) - \gamma| \leqq \rho$ de F_γ est rétractile sur F_γ. En particulier $H(V) \to H(F_\gamma)$ est un isomorphisme.

Posons

$$(4) \quad \begin{cases} NH^p(\gamma) = \text{noyau de la section } H^p(V) \to H^p(F_\xi), \\ TH^p_\xi(\gamma) = \text{image de la section } H^p(V) \to H^p(F_\xi) \qquad (0 < |\xi - \gamma| \leqq \rho), \\ IH^p_\xi(\gamma) = H^p(F_\xi)/TH^p_\xi(\gamma). \end{cases}$$

Pour exprimer ces modules à l'aide des invariants du point critique c, envisageons une boule B centrée à c, de rayon suffisamment petit, et supposons $\xi \neq \gamma$, et $|\xi - \gamma|$ assez petit.

Lemme 1. — *Si* $p \geqq 2$, $NH^p(\gamma)$ *est isomorphe à l'image de l'homomorphisme cobord* $d : H^{p-1}(F_\xi \cap B) \to H^p(F_\xi - B)$.

Lemme 2. — $IH^p_\xi(\gamma)$ *est isomorphe à l'image de la section* $H^p(F_\xi) \to H^p(F_\xi \cap B)$ $(p \geqq 1)$.

4. D'après l'hypothèse 3° du n° 1, nous avons $H(F_\xi \cap B) = H(Q_n \cap B')$, où Q_n est la quadrique complexe $x_1^2 + \ldots + x_{n+1}^2 = 1$, et B', la boule

$$|x_1|^2 + \ldots + |x_{n+1}|^2 \leqq 1 + \varepsilon \qquad (\varepsilon > 0).$$

Désignons par S^n la sphère constituée par les $x \in Q_n$ dont les coordonnées sont réelles, et posons $M_n = Q_n \cap B'$. Notons par I l'intervalle $0 \leqq t \leqq 1$.

Théorème 1. — *Il existe une rétraction* $r : M_n \times I \to M_n$, *telle que :* 1° $r(x, 0) = x$; 2° $r(x, 1) \in S^n$; 3° *si* $x \in S^n$, *alors* $r(x, t) = x$, *pour* $0 \leqq t \leqq 1$.

Corollaire 1. — $H^p(F_\xi \cap B) = H^p(S^n)$ $(\xi \neq \gamma)$.

Corollaire 2. — $NH^p(\gamma) = 0$ *pour* $p \neq n + 1$ *et* $IH^q_\xi(\gamma) = 0$ *pour* $q \neq n$. $NH^{n+1}(\gamma)$ *est un quotient et* $IH^n_\xi(\gamma)$ *est un sous-module de* A (A *est l'anneau de coefficients*).

5. L'anneau spectral de P se réduit aux termes E_1, E_2, E_3 dont l'étude donne les résultats suivants :

Théorème 2. — *Soit* F_ξ *une hypersurface définie par l'équation* (2), *où* P *est un polynome jouissant des propriétés* 1°-4°, *et* $\xi \neq \gamma_j$. *Si* $p \neq n$, $p \neq 2n$, *on a* $H^p(F_\xi, A) = 0$, *pour chaque anneau de coefficients* A. $H^{2n}(F_\xi, A) = A$ ([2]).

Théorème 3. — F_ξ *désigne la même hypersurface que ci-dessus.* $H^n(F_\xi, A)$ *est un* A-*module libre ayant une base à* $\mu = (m-1)^{n+1}$ *éléments où* m *est le degré de l'hypersurface et* n *sa dimension complexe. En particulier, si* Z *désigne l'anneau des entiers,* $H^n(F_\xi, Z)$ *n'a pas de torsion et a pour nombre de Betti* μ ([3]).

([3]) F_ξ étant une variété orientable, le module de cohomologie à supports compacts $H^p(F_\xi, A)$ est isomorphe au module d'homologie ordinaire $H_{2n-p}(F_\xi, A)$. Par conséquent

THÉORÈME 4. — *Choisissons ξ tel que les segments $\xi\gamma_j$ ne soient pas collinéaires. F_ξ possède une base $b_1, \ldots, b_\mu$ de cocycles de degré n telle que, si η tend vers γ_j sur le segment $\xi\gamma_j$, l'homéomorphie* (3) *associée à ce segment transforme b_j en un cocycle dont le support converge vers le point critique c_j.*

Nous avons déterminé $H^p(F_\xi, A)$ pour $\xi = \gamma_j$ également; ces modules peuvent avoir de la torsion.

6. *Origine de cette Note.* — Au début de cette année, j'avais obtenu des résultats dans la direction de ceux qui sont exposés dans mes Notes II, III, V ([1]). M. Leray me conseilla alors d'étudier la théorie de M. Lefschetz ([2]) et le travail de M. Petrowsky ([4]) à l'aide de la même méthode; il me signala de plus le rôle fondamental de $H(F_\xi \cap B)$ (*cf.* n° 3). En travaillant sur cette question j'ai pu améliorer en même temps mes anciens résultats et unifier leur présentation.

CALCUL NUMÉRIQUE. — *La sommation des séries asymptotiques de seconde espèce.* Note de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Joseph Pérès.

La sommation des séries asymptotiques, si elles sont de seconde espèce, c'est-à-dire à termes positifs, est beaucoup plus difficile que si elles sont alternées. Là encore des théories particulières ont été données. Prenant comme exemple la progression géométrique, on comprend très bien, dans les cas les plus simples, la différence qui existe entre les deux espèces : si la progression est alternée de raison $-x$ $(x > 1)$, le reste est la fraction $1/(1+x) < 1$ du premier terme négligé, tandis qu'avec la progression de raison positive x de peu supérieure à 1, ce terme serait multiplié par le nombre négatif de valeur absolue très grande $1/(x-1)$. La considération des *séries définissables* permet de formuler quelques résultats généraux sur ce problème très complexe. La série de ce terme général u_n, de signe quelconque, étant donnée, nous lui attachons une fonction y_n d'argument n entier $\geqq 0$ formée par la sommation d'ordre n des $(-1)^n u_n$; la somme de la série est l'extrapolée y_{-1} calculée par *interpolation idéale*, c'est-à-dire interpolation conservée par les transformations effectuées sur les y.

Supposons la série u_n, à termes positifs, extrêmement divergente. Dans ces conditions les sommées successives y_n sont alternées. Multiplions-les par $(-1)^n$, ce qui conduit à des Y_n tous positifs; y_{-1}, lui, est multiplié par (-1), de sorte

---

le $0^{\text{ième}}$ nombre de Betti de F_ξ est 1, le $n^{\text{ième}}$ est μ, et les autres sont 0; il n'y a pas de torsion.

Si X est une hypersurface algébrique dans l'espace projectif complexe P_{n+1}, P_n un hyperplan de P_{n+1}, et $F_\xi = X - P_n$, les cycles de F_ξ sont, suivant la terminologie de Petrowsky ([4]), les *cycles finis* de X. On peut démontrer que le sous-module des classes des cycles finis est indépendant du choix de P_n (*cf.* théorème 4 ci-dessus).

([4]) *Recueil Mathématique* (Moscou), 17 (59), 1945, p. 289; *cf.* p. 320, 340-344.

que c'est $-Y_{-1}$ qui sera la somme s de la série à termes positifs donnée. Pour accroître la régularité, en général compromise par la sommation des quantités alternées $(-1)^n u_n$, ne retenons que les ordonnées Y de rang impair (ce dont nous avons montré la légitimité dans des cas extrêmement étendus) en posant $Y_{2n+1} = Z_n$. On voit que Y_{-1} est égal à Z_{-1}, c'est-à-dire que la série correspondant aux Z a pour somme Y_{-1}, soit $-s$.

Or la série liée aux Z est une série alternée, *cohérente* si la série u_n est cohérente, de termes très rapidement croissants, le premier terme, positif, étant égal à $u_1 - u_0$. Pratiquement la régularité est suffisante pour que la somme de cette série soit une fraction de son premier terme; Z_{-1} sera donc positif, et la somme s sera négative, et de valeur absolue inférieure à u_1; et ainsi s'explique ce résultat très ordinaire que la somme d'une série à termes positifs, cohérente, et à termes croissant rapidement dès le début, soit *négative*.

Soit maintenant une série asymptotique de seconde espèce, donc à termes ne croissant indéfiniment qu'après avoir décru jusqu'à un minimum. Si cette série est quelconque, les termes décroissants ne permettent pas de rien dire sur sa somme. Par exemple, les termes du développement classique de $[\log 1/(x-1)]/x$, pour $x = 1,2$, décroissent de 1 à 0,4147, valeur atteinte pour les rangs 5 et 6 et croissent ensuite indéfiniment avec une certaine lenteur. La série a pour somme 1,3412, alors que la somme des cinq premiers termes vaut 2,9267.

Mais supposons que les termes décroissent d'abord *fortement* et que le minimum ne soit atteint qu'en un rang m assez *élevé*. On peut considérer la série asymptotique comme la somme, terme à terme (la théorie des séries définissables permet l'addition terme à terme) de deux séries cohérentes à termes positifs, l'une, C, très convergente, l'autre, D, très divergente et donc de somme négative. C'est au voisinage du terme minimum T_m que la série D fait pratiquement son apparition, par un terme t_m qui est assez petit parce que borné par la valeur, petite, de T_m. Le rang m étant notable et les termes de D étant fortement croissants, c'est donc que le terme t_1 était très petit, c'est-à-dire que la somme de la série D, bornée par t_1, est un nombre négatif de très faible valeur absolue. La somme s se réduit donc pratiquement à la somme de la composante C convergente. Les premiers termes t de D étant très faibles, les termes de C jusqu'au minimum se confondent sensiblement avec les termes mêmes T donnés; et les termes de C au delà du minimum sont très faibles. Finalement, on aura la somme de la série asymptotique, avec beaucoup d'approximation (erreur de l'ordre de T_m) en en sommant les termes tant qu'ils décroissent.

On peut appliquer ces considérations très générales à la série $\sum \frac{n!}{x^n}$ étudiée par Stieltjes. En opérant comme il a été dit, les conditions exigées étant d'autant mieux remplies que x est plus grand, on trouve pour $x = 4$, la

somme approchée 1,46875, contre la valeur exacte 1,43820, et pour $x = 7$, le nombre 1,22441, contre 1,22242. Le terme minimum vaut deux à trois fois l'erreur.

MÉCANIQUE. — *Sur la discussion des éventualités dans la dynamique des solides en contact ponctuel avec frottement dans le cas où certaines vitesses de glissement sont nulles à l'instant initial.* Note de M. **François Gallissot**, présentée par M. Henri Villat.

Dans une Note précédente ([1]) nous avons indiqué une méthode générale de discussion des éventualités se présentant dans un système à n degrés de liberté soumis à des liaisons $a^h(p_i, q^i, t) = 0$, $\Omega d = \lambda_h l_i^h dq^i \wedge dt$ (équivalente à la puissance $P = \lambda_h l_i^h \dot{q}^i$) dont les l_i^h sont des fonctions connues d'avance. Dans le cas de solides en contact à l'instant t_0, certaines vitesses de glissement étant nulles, l'expression de la puissance de certaines liaisons n'est pas connue *a priori*, mais dépend de la nature du mouvement commençant. Ainsi, dans le cas d'un solide à plan de symétrie permanent en contact avec une droite, u, w étant les composantes de la vitesse de la molécule en contact, la puissance associée à la liaison $w = 0$ est :

dans le cas du roulement : $P = \lambda w$;

dans le cas du glissement : $P = \lambda(w - fu)$ (f coefficient de frottement au contact).

Pour simplifier nous nous limitons au cas où les forces de contact se réduisent à des vecteurs uniques pour chacun d'entre eux. Mais l'extension, au cas où l'on tiendrait compte d'un couple de résistance au roulement et d'un couple de résistance au pivotement, serait aisée.

Pour discuter les éventualités possibles à l'instant t_0 pour un ensemble de solides dépendant de $2n$ paramètres position, vitesse, ayant p contacts entre eux, on peut procéder ainsi : ayant choisi p trièdres mobiles tri-rectangles ayant respectivement pour sommet chacun des points de contact, l'axe $P_h z^h$ étant orienté suivant la normale commune, les conditions de roulement au h^e contact se traduisent par

$$u^h = 0, \qquad v^h = 0, \qquad w^h = 0.$$

A notre point de vue, ces trois liaisons sont de puissance nulle

$$P_1 = X^h u^h, \qquad P_2 = Y^h v^h, \qquad P_3 = Z^h w^h.$$

Ces $3p$ liaisons sont supposées compatibles ([2]). Il en résulte qu'on peut toujours choisir pour certains des paramètres les $3p$ quantités u^h, v^h, w^h.

([1]) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 937; Note désignée par G^2 dans la suite,

([2]) F. Gallissot, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2148. Remarquons que pour un solide en contact par deux de ces points avec un obstacle fixe les deux liaisons de roulement ne sont pas compatibles.

LEMME. — *Les liaisons linéairement non holonomes de puissance nulle étant un cas particulier des liaisons d'Appell, la matrice z^{hk} (3) est symétrique et la forme quadratique associée φ est définie positive.*

Utilisant la méthode de G², on obtient les $3p$ équations, dont les seconds membres sont indépendants des éventualités.

$$\text{(I)}\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{du^h}{dt}-\frac{\partial\varphi}{\partial X^h}=\alpha^h,\\ &\frac{dv^h}{dt}-\frac{\partial\varphi}{\partial Y^h}=\beta^h \qquad h\ (1 \text{ à } p),\\ &\frac{dw^h}{dt}-\frac{\partial\varphi}{\partial Z^h}=\gamma^h. \end{aligned}\right.$$

Ces équations indiquent alors le nombre de contacts avec roulement sans glissement acceptables si $Z^h > 0$, $(X^h)^2+(Y^h)^2 < (f^h Z^h)^2$ et le nombre de contacts qui se rompent $(dw^h/dt) > 0$.

Pour envisager l'hypothèse de tous les glissements naissants, il suffit dans les équations (I) de remplacer du^h/dt par $(d\rho^h/dt)\cos\sigma_h$, dv^h/dt par $(d\rho^h/dt)\sin\sigma_h$, dw^h/dt par 0, X^h par $-f^h Z^h\cos\sigma_h$, Y^h par $-f^h Z^h \sin\sigma_h$, d'où le système (II)

$$\text{(II)}\quad \left\{\begin{aligned} &1.\quad \frac{d\rho^h}{dt}-\frac{\partial\varphi}{\partial X^h}\cos\sigma_h-\frac{\partial\varphi}{\partial Y^h}\sin\sigma_h=\alpha^h\cos\sigma_h+\beta^h\sin\sigma_h,\\ &2.\quad -\frac{\partial\varphi}{\partial X^h}\sin\sigma_h+\frac{\partial\varphi}{\partial Y^h}\cos\sigma_h=\alpha^h\sin\sigma_h-\beta^h\cos\sigma_h,\\ &3.\quad \frac{\partial\varphi}{\partial Z^h}=\gamma^h. \end{aligned}\right.$$

Les équations (II.3) déterminent les Z^h en fonction des σ_h.

Les équations (II.2) déterminent les σ_h au moyen d'un système d'équations trigonométriques, les équations (II.1), les $d\rho^h/dt$, les valeurs sont acceptables si $Z^h > 0\ (d\rho^h/dt) > 0$.

Méthode analogue s'il y a glissement naissant en k contacts, roulement sans glissement ou rupture de liaison aux $(p-k)$ autres contacts.

ÉLASTICITÉ. — *Étude photoélastique de la rupture.*

Note (*) de M. **Félix Zandman**, présentée par M. Joseph Pérès.

Cette Note a pour objet de présenter les résultats obtenus dans une étude photoélasticimétrique des phénomènes observés dans la rupture d'une éprouvette de méthacrylate de méthyle, de section rectangulaire, posée sur deux appuis et soumise au choc d'un marteau. La synchroni-

---

(3) *Voir* G².

(*) Séance du 1er décembre 1952.

sation entre la rupture et le train d'étincelles (4 000 éclairs par seconde) se fait au moyen d'un éclateur-pilote disposé en série avec l'éclateur-source de lumière; les électrodes de l'éclateur-pilote se rapprochent quand le marteau touche l'éprouvette, ce qui permet d'amorcer le train d'étincelles au moment opportun. On comparera avec nos résultats antérieurs [1].

Nous avons constaté que :

1° L'ébranlement provoqué par le choc se propage par ondes dont l'effet, au début, est de mettre l'éprouvette dans un état de contraintes analogue à celui observé dans la flexion simple; la ligne neutre, droite, passe par l'axe longitudinal de l'éprouvette. Ce n'est qu'après 1/2 000 de seconde environ que l'éprouvette se trouve soumise à un état de contraintes semblable à celui d'une poutre posée sur appuis et chargée statiquement en son milieu. Bien entendu, on observe quelques anomalies à l'endroit où le marteau est en contact avec l'éprouvette.

2° Pour que la rupture se produise, il faut qu'une certaine contrainte soit atteinte à l'endroit opposé au choc. La vitesse avec laquelle on obtient cette contrainte est fonction de la force d'impact, de la durée du choc et, évidemment, de la nature du matériau employé pour l'essai. La contrainte maximum de traction qui précède la rupture est au moins trois fois plus grande que celle constatée dans le cas de la rupture provoquée par chargement statique (on observe fréquemment l'isochromatique d'ordre 12).

3° La rupture, dans sa première phase, commence du côté de la traction, à l'opposé de l'endroit frappé. Elle suit une isostatique de deuxième espèce, perpendiculaire au côté libre de l'éprouvette. La région de rupture présente, à cet endroit, une zone d'arrachement. La fente est rectiligne jusqu'au tiers de la largeur de l'éprouvette. Les isochromatiques sont distribués symétriquement par rapport à la ligne neutre et partent de deux points singuliers, le premier situé à l'endroit de l'impact et l'autre au sommet de la fente de rupture (photo n° 1).

4° Dans sa deuxième phase, la rupture se propage dans trois directions à partir du deuxième point singulier; deux des fentes, dont les sections sont lisses (rupture par décollement) suivent les deux branches de la nouvelle isostatique; la troisième, dont la section présente des nervures décrites antérieurement [2] (rupture par arrachement) suit l'isostatique primitive.

A la fin de cette phase, il se forme quatre points singuliers, dont l'un est situé à l'endroit du choc et les autres aux extrémités des trois fentes de rupture.

---

(1) F. ZANDMAN, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2337.
(2) F. ZANDMAN, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 20.

Un tiers de l'éprouvette n'est pas encore rompu; les isochromatiques de la partie intacte sont de l'ordre 4 (photo n° 2). Au point d'impact,



Photo 1.



Photo 2.

on observe un état de contrainte analogue à celui provoqué par un point pressé (deux isochromatiques en œil de Paon dont les centres sont situés sur l'axe du choc).

5° Dans sa troisième phase, la rupture se produit uniquement par décollement. Les fentes partent des trois points singuliers (*fig.* 1).

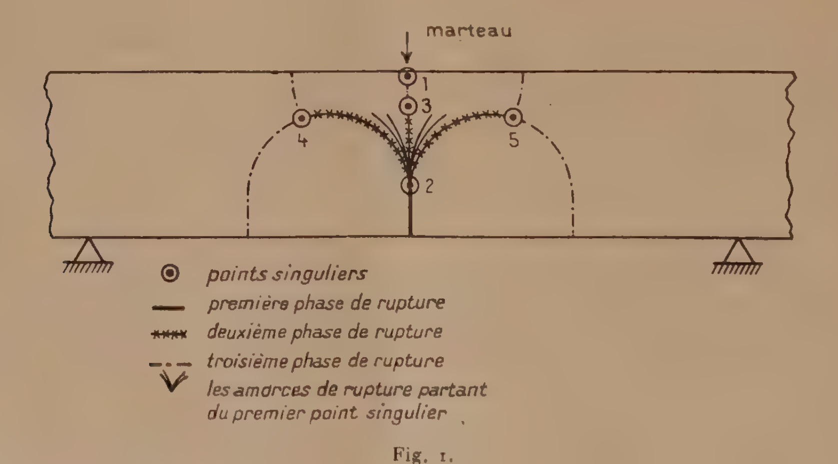


Fig. 1.

Nous indiquerons prochainement les phénomènes observés dans le cas où l'éprouvette présente une entaille.

HYDRAULIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Résultats d'études complémentaires relatives à un type particulier d'ouvrage de protection des ports, rades ou estuaires contre les ensablements.* Note de MM. **Jean Laurent** et **André Rivière**, présentée par M. Donatien Cot.

Des essais sur modèle réduit ont prouvé que, dans le cas particulier étudié, des ouvrages antérieurement décrits permettent, non seulement de protéger le port contre l'ensablement résultant du transit littoral pour lequel ils ont été conçus, mais encore de provoquer la dispersion d'accumulations formées antérieurement à leur construction.

Dans une Communication antérieure (¹) nous avons défini les principes suivant lesquels il y a lieu, dans certains cas, de concevoir les ouvrages de protection des ports, des rades ou des embouchures, contre l'ensablement.

Rappelons que les tracés de ces ouvrages doivent être établis de manière à satisfaire à deux conditions essentielles :

1° l'ouvrage doit contrarier aussi peu que possible l'effet du courant littoral dû à l'action de la houle; il comportera, en général, une partie courbe;

2° son extrémité rectiligne ou à faible courbure, doit être approximativement normale aux crêtes des houles dominantes.

Différents essais sur modèle réduit ont confirmé les excellents résultats que l'on peut obtenir par l'application de ce procédé. Nous citerons, en particulier, le cas du Port de la Cotinière (Ile d'Oléron) dont la protection contre l'ensablement a pu être obtenue par le prolongement d'un ouvrage existant dit « épi du phare », suivant un tracé, défini comme indiqué ci-dessus, et comportant :

un tronçon rectiligne faiblement incliné sur les crêtes de houle, pour ne pas contrarier la progression des courants littoraux;

un tronçon en arc de cercle de 20 m de rayon;

un dernier tronçon rectiligne sensiblement normal aux crêtes des houles.

Le but de la présente Communication est d'exposer les résultats d'essais complémentaires réalisés sur le modèle réduit du Port de la Cotinière, sur la demande de M. l'Inspecteur général des Ponts et Chaussées Soleil chargé de contrôler les projets des ouvrages à exécuter en nature.

Ces essais ont apporté une confirmation de l'efficacité des ouvrages conçus selon les principes rappelés ci-dessus.

La figure 1 montre le résultat obtenu avec un tel ouvrage, après une violente tempête artificielle, ayant agi au cours de 20 marées consécutives. On voit que la protection réalisée est excellente, l'ouvrage n'ayant pas été contourné. Ce résultat confirme déjà ceux précédemment obtenus.

Les essais complémentaires avaient pour but d'examiner comment agirait

---

(¹) *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 96.

l'ouvrage incurvé, sur des fonds dont un ouvrage classique, de forme rectiligne, et de même longueur développée, aurait préalablement provoqué l'ensablement.

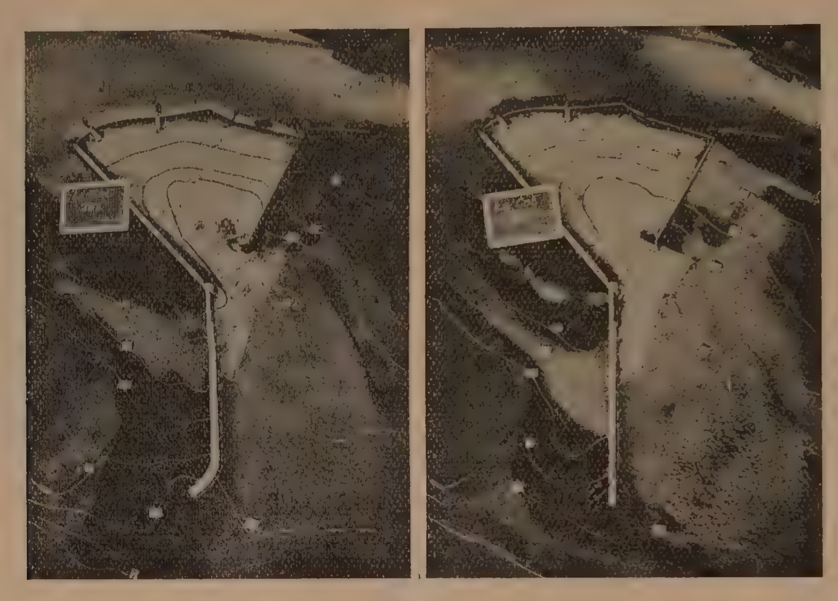


Fig. 1. Fig. 2.

La figure 2 représente l'état des fonds qui s'est créé avec l'ouvrage rectiligne après une violente tempête artificielle ayant duré pendant 20 marées. On voit que l'accumulation de sable a nettement débordé l'extrémité de l'ouvrage, contrairement à ce qui s'était produit avec l'ouvrage incurvé qui facilite leur dispersion. De plus, tandis qu'avec ce dernier type d'ouvrage on avait atteint un état d'équilibre à la fin des 20 marées représentées, dans le cas présent, d'après les observations faites, on était encore, à la fin d'un cycle de 20 marées, très loin d'un état d'équilibre ; l'accumulation constatée à l'extrémité de l'épi était donc encore en voie d'engraissement.

Sans modifier l'état des fonds représenté sur la figure 2, nous avons remplacé l'ouvrage rectiligne par l'ouvrage incurvé de la figure 1. Notons que, de ce fait, un volume important de sédiments s'est trouvé placé à droite de l'extrémité de l'ouvrage (*fig.* 2, tracé en pointillé). La situation initiale des fonds était donc particulièrement défavorable.

Nous avons alors reproduit à nouveau une violente tempête artificielle, et à la fin d'un cycle de 10 marées seulement, nous avons constaté que l'ouvrage incurvé avait permis de faire disparaître, en grande partie, l'accumulation qui s'était formée à l'extrémité de l'ouvrage rectiligne, ainsi qu'on le constate sur la figure 3 ; les dépôts se sont dispersés, et l'extrémité de l'ouvrage tend à se dégager, les fonds évoluant pour revenir à une situation analogue à celle que l'on voit sur la figure 1.

Les résultats de cet essai complémentaire montre que, non seulement l'ouvrage décrit dans la Communication du 18 décembre 1950 permet de protéger le port contre l'ensablement, mais encore, qu'il tend à faire disparaître les accumulations qu'on aurait laissé se former au voisinage de son extrémité.



Fig. 3.

On peut donc dire, en quelque sorte, qu'il dépasse le but qui lui avait été fixé.

OPTIQUE ASTRONOMIQUE. — *Un micromètre à double image permettant un grand dédoublement.* Note de M. **Audouin Dollfus**, présentée par M. André Danjon.

La lumière traverse un rhomboèdre de spath suivi d'une lame quart d'onde, puis un second bloc symétrique. Elle subit deux dédoublements qui se composent en un seul, variable par rotation des deux blocs. Élimination de l'astigmatisme et d'une partie du chromatisme en combinant quatre rhomboèdres et une demi-onde. Réduction des images parasites par des demi-ondes et quart d'ondes composées. Mesure du diamètre de Mars.

Soit à effectuer des mesures géométriques sur l'image aérienne d'un objet formée par un objectif : le contour de l'image est dégradé en raison de la diffraction, des aberrations, de la turbulence atmosphérique et de l'irradiation. Avec le *micromètre à fil*, le dégradé, masqué par les fils, est bissecté en un point variable selon la brillance, le grossissement et la turbulence; la précision n'est pas supérieure à la largeur même du dégradé. Avec la *plaque*

photographique, ce dégradé est généralement exagéré en raison de la granulation de l'émulsion, de la turbulence et des mouvements de la lunette. Le *micromètre à double image*, au contraire, oppose deux dégradés qui se détruisent; ce critère définit la mesure avec une précision qui atteint le dixième seulement de la largeur du dégradé. Il n'existe pas de micromètre à double image permettant d'obtenir un grand dédoublement sans introduire d'aberrations : l'héliomètre, les micromètres interférentiels perturbent le phénomène de diffraction; les appareils de Rochon (1), de Bigourdan (2) introduisent un astigmatisme qui augmente avec le dédoublement; ceux de Muller (3) et de Lyot sont également destinés à ne mesurer que des distances inférieures à 20 fois le pouvoir séparateur. Par suite, la précision reste limitée au centième.

J'ai réalisé un dispositif permettant d'obtenir, sans aberrations, un dédoublement d'au moins 500 fois le pouvoir séparateur; associé à une lunette suffisante, il peut fournir des mesures avec une précision voisine du millième.

Principe. — Un objet observé à travers un rhomboèdre de spath d'épaisseur e montre deux images, à une distance $\delta = 0{,}109\, e$ dans le jaune; leurs lumières sont polarisées; à travers deux rhomboèdres, quatre images occupent les sommets d'un losange que l'on peut déformer en tournant les spaths. J'ai supprimé les deux images d'une diagonale en ajoutant sur la face de sortie du premier spath une lame biréfringente quart d'onde dont l'axe est à 45° du plan contenant celui du spath; elle transforme les vibrations lumineuses rectilignes en deux circulaires droites et gauches. Une lame analogue solidaire de la face d'entrée du second spath transforme à nouveau les circulaires en rectilignes convenablement orientées pour subir, dans le deuxième spath, une nouvelle déviation sans dédoublement. Il subsiste deux images, leur distance $\Delta = 2\delta \sin \alpha/2$ varie en faisant tourner les rhomboèdres symétriquement chacun dans un sens (α est l'angle des deux plans contenant les axes cristallographiques et l'axe optique).

Élimination de l'astigmatisme. — Chaque rhomboèdre entache l'image déviée par un astigmatisme de distance 0,063 e. Pour l'éliminer, j'ai remplacé chaque bloc par deux rhomboèdres croisés, entre lesquels une demi-onde est interposée avec l'axe à 45° des plans contenant ceux des spaths. L'image extraordinaire, successivement déviée dans deux directions perpendiculaires, a son astigmatisme détruit.

Élimination du chromatisme transversal. — Le spath étant dispersif,

(1) *Mémoire sur le micromètre de cristal de roche*, Béraud, Paris, 1807.

(2) *Comptes rendus*, 128, 1896, p. 1048.

(3) *Bull. Astronomique*, 14, 1949, p. 77.

l'image extraordinaire reçoit un dédoublement qui dépend de la longueur d'onde; après la traversée des deux blocs, les deux images ont un chromatisme symétrique qui comporte une composante proportionnelle au dédoublement Δ et nulle pour $\Delta = 0$, et une autre perpendiculaire, nulle pour $\alpha = \pi$. Cette dernière s'élimine si chacun des deux blocs peut donner séparément deux images affectées par des chromatismes symétriques; pour cela, j'ai constitué ces blocs par deux rhomboèdres croisés, afin que chacune des deux images devienne extraordinaire à son tour. Le chromatisme proportionnel au dédoublement subsiste seul, le dédoublement est légèrement variable avec λ; cette propriété, liée à la dispersion des cristaux, ne pourrait s'éliminer qu'en combinant plusieurs natures de cristaux ou bien en séparant suffisamment les faisceaux pour agir séparément sur chacun d'eux, Dans les applications que je décrirai, un filtre rouge suffit à rendre négligeable cette variation.

Réduction des images parasites. — Les lames ne sont demi-onde et quart d'onde que pour une seule radiation; des images parasites colorées subsistent. On peut les réduire à l'aide de lames composées : chaque demi-onde est associée à une autre, leurs axes font respectivement 22°,5 et 67°,5 avec la direction de la vibration incidente (4); les quarts d'onde sont précédés d'une demi-onde dont l'axe est à 15° de la vibration et à 75° de l'axe du quart d'onde (5).

Réalisation. — J'ai construit un micromètre éliminant l'astigmatisme et le chromatisme perpendiculaire au dédoublement, et réduisant les images parasites : chacun des deux blocs est constitué par quatre rhomboèdres, d'épaisseur 7,4 mm, les plans des axes étant à $+\pi/2$ les uns des autres, et d'un quart d'onde composé; une demi-onde composée est interposée entre le deuxième et le troisième rhomboèdre. Le dédoublement atteint 4,8 mm, le champ 80 mm^2. J'ai étalonné cet appareil avec une précision voisine du millième et l'ai décrit dans un pli cacheté déposé à l'Académie des Sciences le 25 juin 1951.

Mesure de la planète Mars. — La lunette de 60 cm du Pic du Midi montre souvent les images des planètes dépourvues d'aberrations et de bouillonnement atmosphérique; la sensibilité du micromètre est limitée seulement par la diffraction; l'assombrissement des planètes près de leurs bords peut produire une erreur systématique qui limite la précision au cinquième du pouvoir séparateur. Trois séries de mesures du diamètre polaire de Mars en lumière jaune s'accordent à mieux que trois millièmes près autour de la valeur $9'',25 \pm 0'',03$ à 1 U. A. L'aplatissement polaire apparent

---

(4) C. Gaudefroy, *Bull. Soc. Fr. Minéral*, 66, 1943, p. 301.
(5) G. Destriau et J. Prouteau, *J. Phys. Rad.*, 8, 1949, p. 53.

est 0,013 ± 0,006. En lumière bleue, le diamètre devient 9",40 en raison des nuages violets; leur altitude est donc environ 120 km.

Applications à l'Astronomie. — J'ai mesuré depuis 1948 les calottes polaires de Mars. Le diamètre et l'ellipticité des planètes peuvent être obtenus en plusieurs couleurs avec une précision très supérieure aux déterminations classiques. Un dispositif transforme l'appareil en un photomètre pour comparer les brillances des taches de la surface d'une planète. Un autre permet de mesurer les trajectoires apparentes des satellites. Un autre donnera photoélectriquement la distance de deux étoiles ou bien leur différence de magnitude.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation du problème de Schwarzschild à une théorie unitaire.* Note de M. **Yves Thiry**, présentée par M. Joseph Pérès.

Le but de la théorie relativiste de la gravitation est de construire et d'interpréter physiquement des espaces-temps munis de métriques partout régulières et satisfaisant aux équations d'Einstein des différents cas. Dans le cas stationnaire, si l'on suppose qu'à l'intérieur des masses les lignes de courant sont confondues avec les lignes de temps, on sait [1] que la métrique est statique orthogonale partout. C'est dans ces conditions que l'on se trouve placé dans l'hypothèse de la symétrie sphérique, où les ds^2 de Schwarzschild définissent de tels modèles d'Univers pour différents schémas matériels ou électromagnétiques. Nous nous proposons de présenter les équations auxquelles conduit le problème de Schwarzschild généralisé à une théorie unitaire pentadimensionnelle [2].

Nous sommes amené à rechercher une métrique

$$d\sigma^2 = \gamma_{\lambda\mu}\, dx^\lambda\, dx^\mu \qquad (\lambda, \mu = 0, 1, 2, 3, 4),$$

cylindrique et stationnaire, d'un espace $\mathcal{R}_5$, sous la forme

$$d\sigma^2 = -e^\nu (dx^0 - e^{-\nu}\gamma_{40}\, dt)^2 + e^\lambda\, dt^2 - e^\mu\, dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta\, d\varphi^2).$$

L'évaluation des composantes non identiquement nulles du tenseur d'Einstein $S_{\lambda\mu}$ de $\mathcal{R}_5$ sur un repère mobile orthonormé conduit au résultat suivant, où v représente la seule composante non nulle F_{14} du tenseur champ

---

(1) *Cf.* Lichnerowicz, *Comptes rendus*, 222, 1946, p. 432.

(2) *Cf.* Yves Thiry, *Étude mathématique d'une théorie unitaire à quinze variables de champ* (Thèse), *J. Math. pures appl.*, (9), 30, 1951, p. 275-396.

électromagnétique et β une constante

$$S_{11} = -e^{-\mu}\left(\frac{\lambda'}{r} + \frac{1}{r^2}\right) + \frac{1}{r^2} - \frac{\beta^2 e^{\nu}}{2}\frac{v^2}{2} - e^{-\mu}\left(\frac{\lambda'\nu'}{4} + \frac{\nu'}{r}\right),$$

$$S_{22} = S_{33} = -e^{-\mu}\left[\frac{\lambda''}{2} + \frac{\lambda'(\lambda'-\mu')}{4} + \frac{\lambda'-\mu'}{2r}\right] + \frac{\beta^2 e^{\nu}}{2}\frac{v^2}{2}$$
$$- e^{-\mu}\left[\frac{\nu''}{2} + \frac{\nu'(\lambda'-\mu'+\nu')}{4} + \frac{\nu'}{2r}\right],$$

$$S_{44} = -e^{-\mu}\left(\frac{\mu'}{r} - \frac{1}{r^2}\right) - \frac{1}{r^2} + \frac{\beta^2 e^{\nu}}{2}\frac{v^2}{2} + e^{-\mu}\left[\frac{\nu''}{2} + \frac{\nu'(\nu'-\mu')}{2} + \frac{\nu'}{r}\right],$$

$$S_{40} = -\frac{\beta}{2}e^{\frac{\nu-\mu}{2}}\left(v' + \frac{2v}{r} + 3\nu' v\right),$$

$$S_{00} = -e^{-\mu}\left[\frac{\lambda''}{2} + \frac{\lambda'(\lambda'-\mu')}{4} + \frac{\lambda'-\mu'}{r} + \frac{1}{r^2}\right] + \frac{1}{r^2} + 3\frac{\beta^2 e^{\nu}}{2}\frac{v^2}{2}.$$

Les équations du cas intérieur (au sens unitaire) s'écriront d'une manière générale

$$S_{\lambda\mu} = -\frac{\beta^2 e^{\nu}}{2}(\rho u_\lambda u_\mu - p_{\lambda\mu}),$$

les tenseurs $\rho u_\lambda u_\mu$ (caractérisant la présence de matière chargée) et $p_{\lambda\mu}$ (représentant l'état des pressions internes) étant élaborés dans l'hypothèse de la symétrie sphérique. La compatibilité de ce système de cinq équations est assurée par l'équation de conservation, les identités de Bianchi se réduisant ici à une seule.

Ces équations généralisent les équations du problème classique de Schwarzschild dont on retrouve les différents aspects ([3]) en supposant ν constant et en abandonnant la cinquième équation.

Le cas intérieur (au sens unitaire) fournit deux problèmes indéterminés :

1° Sans autre hypothèse, nos équations sont celles du schéma matière-champ électromagnétique, la quatrième équation étant l'équation de Maxwell.

2° Avec $v = 0$, nos équations se réduisent à celles du cas intérieur de la théorie relativiste purement gravitationnelle.

Au contraire le cas extérieur (au sens unitaire) fournit deux problèmes déterminés :

3° Avec $v = 0$, nos équations se réduisent à celles du cas extérieur de la théorie relativiste purement gravitationnelle.

4° Avec $v \neq 0$, nos équations sont celles du schéma champ électromagnétique pur (sphère électrisée). Dans ce cas, on est conduit à interpréter le résultat

([3]) *Cf.* HAAG, *Le problème de Schwarzschild* (*Mém. Sc. Math.*, fasc. 46, 1931).

classique dans la théorie de O. Klein, par la considération du $d\sigma^2$ suivant

$$d\sigma^2 = -\frac{2\chi}{\beta^2}\left[dx^0 - \frac{\beta a\,dt}{4\pi r\sqrt{1-\frac{2b}{r}+\frac{a^2}{4\pi r^2}}}\right]^2 + \left(1-\frac{2b}{r}+\frac{a^2}{4\pi r^2}\right)dt^2 - \frac{dr^2}{1-\frac{2b}{r}+\frac{a^2}{4\pi r^2}} - r^2(d\theta^2+\sin^2\theta\,d\varphi^2),$$

a et b étant des constantes. Cette interprétation pentadimensionnelle d'un résultat de la théorie « provisoire » de l'Électromagnétisme peut avoir quelque intérêt.

Mais le véritable intérêt des équations présentées réside en ce que la cohérence de la théorie unitaire vis-à-vis des problèmes relativistes globaux (4) permet de fonder sur des bases solides les méthodes d'approximation, alors que de telles méthodes sont insuffisamment justifiées dans le cas 1° ci-dessus et que la solution rigoureuse du cas 4° garde son caractère « provisoire ».

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Passage des équations de perturbation aux équations intégrales*. Note de M. **Michel Fabre de la Ripelle**, présentée par M. Louis de Broglie.

Nous utiliserons les mêmes équations que dans notre précédente Note (1), où $\psi_0(\vec{r})$ est une fonction normée dont le développement en fonction d'onde propre de H_0 s'écrira :

$$\psi_0(\vec{r}) = \sum_m a_m^0 \psi_m(\vec{r}).$$

Les équations de perturbations s'écriront alors sous la forme

$$ig_n(t) + (\nu_0-\nu_n)a_n^0 e^{-i\nu_0 t} = -\sum_m H_{nm}(t)[a_m^0 e^{-i\nu_0 t} + a_m(t)].$$

Étudions maintenant le cas particulier où $\partial H/\partial t = 0$, l'Hamiltonien de perturbation ne dépend pas explicitement du temps.

Nous prendrons les transformées de Laplace

$$\gamma_n(s) \subset g_n(t), \qquad \alpha_n(s) \subset a_n(t).$$

Les transformées de $\psi(\vec{r}, t)$, et de l'équation de perturbation divisée

(4) Y. Thiry, *loc. cit.*, chap. III.

(1) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 412-414.

par $\nu_n - is$, s'écriront

$$\Phi(\vec{r}, s) = \sum_m \left[\alpha_m(s) + \frac{a^0 m}{s + i\nu_0}\right] \psi_m(\vec{r}) \subset \psi(\vec{r}, t)$$

$$\left(\alpha_n(s) + \frac{a_n^0}{s + i\nu_0}\right) + i\frac{a_n^0}{\nu_n - is} = \sum_m \frac{H_{nm}}{\nu_n - is}\left[\alpha_m(s) + \frac{a_m^0}{s + i\nu_0}\right].$$

On définit une fonction $G(\vec{r}, \vec{r'}; s)$ par la condition

$$\sum_p \frac{A_{np} B_{pm}}{\nu_p - is} = \int_{(\vec{r})} \int_{(\vec{r'})} \psi_n^*(\vec{r})\, A(\vec{r})\, G(\vec{r}, \vec{r'}; s)\, B(\vec{r'})\, \psi_m(\vec{r'})\, d\vec{r}\, d\vec{r'}.$$

Faisant $A \equiv 1$, $B = H(\vec{r})$ on obtient

$$\frac{H_{nm}}{\nu_n - is} \int_{(\vec{r})} \int_{(\vec{r'})} \psi_n^*(\vec{r})\, G(\vec{r}, \vec{r'}; s)\, H(\vec{r'})\, \psi_m(\vec{r'})\, d\vec{r}\, d\vec{r'}.$$

Faisant $A \equiv 1$, $B \equiv 1$

$$\frac{\delta_{nm}}{\nu_n - is} = \int_{(\vec{r})} \int_{(\vec{r'})} \psi_n^*(\vec{r})\, G(\vec{r}, \vec{r'}, s)\, \psi_m(\vec{r'})\, d\vec{r}\, d\vec{r'}$$

de ces égalités on déduit

$$\sum_m \frac{H_{nm}}{\nu_n - is}\left[\alpha_m(s) + \frac{a_m^0}{s + i\nu_0}\right] = \int_{(\vec{r})} \int_{(\vec{r'})} \psi_n^*(\vec{r})\, G(\vec{r}, \vec{r'}, s)\, H(\vec{r'})\, \Phi(\vec{r'}, s)\, d\vec{r}\, d\vec{r'},$$

$$\frac{a_n^0}{\nu_n - is} = \sum_m \frac{a_m^0 \delta_{nm}}{\nu_n - is} = \int_{(\vec{r})} \int_{(\vec{r'})} \psi_n^*(\vec{r})\, G(\vec{r}, \vec{r'}; s)\, \psi_0(\vec{r'})\, d\vec{r}\, d\vec{r'},$$

remarquant de plus que

$$\alpha_n(s) + \frac{a_n^0}{s + i\nu_0} = \int_{(\vec{r})} \psi_n^*(\vec{r})\, \Phi(\vec{r}, s)\, d\vec{r}.$$

on obtient l'équation intégrale dont $\Phi(\vec{r}, s)$ est solution

$$\Phi(\vec{r}, s) = \int_{(\vec{r'})} G(\vec{r}, \vec{r'}; s)\left\{H(\vec{r'})\, \Phi(\vec{r'}, s) - i\psi_0(\vec{r'})\right\} d\vec{r'}.$$

Les états stationnaires s'obtiennent en posant

$$\Phi(\vec{r}, s) = \frac{\psi_0(\vec{r})}{s + i\nu_0},$$

$\psi_0(\vec{r})$ doit alors être solution de carré sommable de l'équation intégrale

$$\psi_0(\vec{\ }) = \int_{(\vec{r'})} G(\vec{r}, \vec{r'}; -i\nu_0)\, H(\vec{r'})\, \psi_0(\vec{r'})\, d\vec{r'},$$

ν_0 étant la valeur propre correspondant à la fonction propre $\psi_0(\vec{r})$.

On montre que $G(\vec{r}, \vec{r}'; s)$ est solution de l'équation

$$H_0 G(\vec{r}, \vec{r}'; s) = \delta(\vec{r}' - \vec{r}) + is\, G(\vec{r}, \vec{r}'; s).$$

où l'on aura

$$\int_{(\vec{r}')} \delta(\vec{r}' - \vec{r}) f(\vec{r}')\, d\vec{r}' = f(\vec{r}),$$
$$\int_{(\vec{r})} \delta(\vec{r}' - \vec{r}) g(\vec{r})\, d\vec{r} = g(\vec{r}'),$$

H_0 étant hermitique, si l'on appelle H_0' l'hamiltonien opérant sur les variables primées, on a les relations entre opérateurs

$$G(\vec{r}, \vec{r}'; s) H_0' = \delta(\vec{r}' - \vec{r}) + is\, G(\vec{r}, \vec{r}'; s)$$
$$G(\vec{r}, \vec{r}'; s) H_0' = H_0 G(\vec{r}, \vec{r}'; s).$$

Lorsque $H(\vec{r}, t)$ dépend explicitement du temps et se décompose en série de Fourier sous la forme

$$H(\vec{r}, t) = \sum_q H(\vec{r}, q)\, e^{-i\varepsilon q t},$$

où q représente un ensemble de paramètres.

$\Phi(\vec{r}, s)$ est solution de

$$\Phi(\vec{r}, s) = \int_{(\vec{r}')} G(\vec{r}, \vec{r}'; s) \left\{ -i\psi_0(\vec{r}') + \sum_q H(\vec{r}', q)\, \Phi\left[\vec{r}', s + i\varepsilon(q)\right] \right\} d\vec{r}'$$

Pour l'équation de Dirac :

$$\Phi(\vec{r}, s) = \frac{1}{4\pi}\left(is + \beta\mu + \vec{\alpha}\vec{p}\right) \int_{(\vec{r}')} \frac{e^{-|\vec{r}' - \vec{r}|\sqrt{\mu^2 + s^2}}}{|\vec{r}' - \vec{r}|}$$
$$\times \left\{ H(\vec{r}')\, \Phi(\vec{r}', s) - i\psi_0(\vec{r}') \right\} d\vec{r}'$$

où

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 = \vec{\alpha}\vec{p} + \vec{\beta}\mu \\ \vec{p} = -i \operatorname{grad}_{(\vec{r})}. \end{array} \right.$$

ACOUSTIQUE. — *Montages interférométriques de détection des ultrasons.* Note de Mlle COLETTE ROSSETTI, présentée par M. Jean Cabannes.

Il a été procédé à la réalisation d'interféromètres ultrasoniques, permettant l'étude de la propagation dans les gaz d'ondes ultrasonores de fréquence voisine du mégacycle.

Dans les différents montages, l'émetteur est constitué par un cristal

de quartz piézoélectrique vibrant en épaisseur à sa fréquence de résonance et excité par un oscillateur du type Hartley, stable en amplitude et en fréquence.

On établit dans une colonne gazeuse un système d'ondes stationnaires au moyen d'un réflecteur se déplaçant parallèlement au quartz émetteur. La position du réflecteur est repérée au moyen d'une vis micrométrique solidaire d'un tambour gradué. Une méthode optique (¹) utilisant le phénomène de diffraction de la lumière par les ultrasons permet de vérifier l'existence des ondes stationnaires dans la colonne gazeuse.

Deux interféromètres ont été construits afin d'expérimenter trois montages différents qui permettent la détection de ces ondes stationnaires et la détermination de la longueur d'onde des ultrasons par des méthodes électriques.

1° Le réflecteur est métallique.

Dans ce dispositif, qui a fait l'objet de nombreuses études théoriques et expérimentales (²), on détecte les ondes stationnaires produites dans la colonne gazeuse en étudiant les variations de la réaction acoustique du milieu excité sur le quartz émetteur. Quand on déplace le réflecteur, les variations de la réaction acoustique se traduisent par une variation périodique du courant dans le circuit électrique du cristal, les minima se reproduisant pour des déplacements du réflecteur égaux à $(K\lambda/2)$.

2° Le réflecteur est constitué par un second cristal de quartz susceptible de vibrer sur la même fréquence que l'émetteur (³).

Ce cristal « récepteur » joue le rôle de détecteur de la pression acoustique exercée par le milieu gazeux. Il apparaît entre ses deux faces une tension supérieure à 1 V, mesurable, soit directement, soit après amplification et détection.

On observe que la tension détectable dépend de la distance entre l'émetteur et le « récepteur ». Quand cette distance varie, l'amplitude de la tension mesurée présente une succession de minima et de maxima, les minima de tension se reproduisant pour des déplacements du cristal « récepteur » égaux à $K(\lambda/2)$.

3° Le réflecteur est encore un cristal de quartz, mais lui-même excité, à la fréquence de l'émetteur, par induction électrostatique.

Si l'on mesure, alors, la tension aux bornes du cristal dit « récepteur », la courbe de réponse du cristal, quand on fait varier la distance émetteur-réflecteur, diffère très sensiblement de celle obtenue avec le montage précédent. On observe encore une succession de minima et de maxima de

---

(¹) R. Lucas, *Comptes rendus*, 1932, 195, p. 1066.

(²) I. C. Hubbard, *Phys. Rev.*, 38, 1931, p. 1011.

(³) W. J. Fry, *J. of Acoust. Soc. of Amer.*, 21, 1949, p. 17.

tension, correspondant à des distances émetteur-récepteur égales respectivement à $K\lambda$, et à $(2K+1)\lambda/2$.

Il faut donc donner au récepteur un déplacement égal à λ pour passer d'un minimum au minimum suivant.

Entre ces minima et ces maxima, on observe des paliers correspondant à une tension constante et que l'on a trouvée égale à la tension apparaissant par induction.

Si le milieu gazeux est de l'air dont l'absorption est faible, il se produit sur les deux quartz des réflexions multiples des ondes ultrasonores, qui rendent très aigus les maxima et les minima. Si l'air est remplacé par du CO_2, qui possède une très forte absorption, les réflexions multiples ne sont plus possibles, les courbes obtenues présentent une forme sensiblement sinusoïdale, les minima correspondant aux valeurs $r = K\lambda$ de la distance émetteur-réflecteur.

Une étude complète de ce dispositif nouveau sera publiée ultérieurement.

ULTRASONS. — *Photogénèse ultraviolette dans l'eau soumise aux ultrasons.* Note de MM. **Robert Olivier Prudhomme** et **Raoul Henri Busso**, présentée par M. Eugène Darmois.

On savait déjà que le passage d'ondes ultrasonores (U. S.) dans l'eau provoquait une luminescence visible [1]. L'un de nous a pensé que ce phénomène s'accompagnait d'une émission ultraviolette (U. V.) et a utilisé sans succès la méthode spectrale pour mettre en évidence l'existence d'une photogénèse U. V. Nous avons alors fait appel à une méthode photoélectrique de détection utilisant les photocompteurs à iodure cuivreux [2] mis au point au laboratoire du Professeur Audubert. La sensibilité spectrale de cet appareil s'étend de 1900 à 2 800 Å avec un maximum très accentué vers 2 300 Å.

L'irradiation ultrasonore de fréquence 800 k.Hz d'une puissance totale de l'ordre de 90 W acoustiques (appareil de la S.C.A.M.) a été contrôlée pendant la durée des expériences par un ampèremètre thermique branché directement sur le quartz.

L'eau ou les solutions soumises au rayonnement sont contenues dans une cloche déjà décrite [3], mais pourvue d'une fenêtre latérale en quartz, qui permet aux photons U. V. de pénétrer dans la cellule du photocompteur jouxtant la cuve d'irradiation.

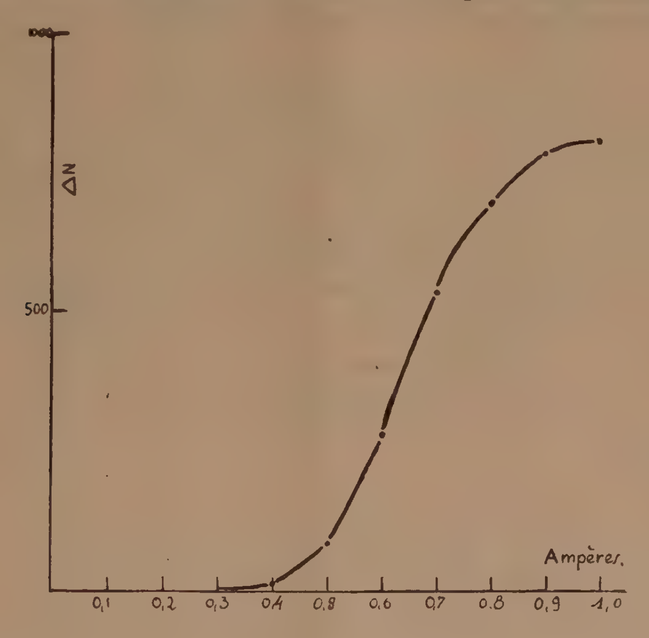
---

(1) R. O. Prudhomme, *J. Chim. Phys.*, 46, nos 7-8, 1949, p. 318.

(2) *Contribution à l'étude de la structure moléculaire*, p. 263, Desoer, Liége, 1948.

(3) R. O. Prudhomme et P. Grabar, *J. Chim. Phys.*, 46, nos 7-8, 1949, p. 323.

Nous nous sommes d'abord assurés que la réponse du photocompteur n'était pas affectée par le champ de haute fréquence, en interposant une lame de verre entre la face de quartz de la cloche à U. S. et celle du photocompteur. Dans ces conditions, ce dernier donne la même réponse, que le générateur de haute fréquence excitant le quartz fonctionne ou non.



L'expérience nous a montré que lors de l'action des ultrasons sur l'eau pure, il y a photogénèse ultraviolette.

Nous avons voulu préciser quelques points de ce phénomène en étudiant le lieu de l'émission, la relation entre l'intensité du courant électrique arrivant au quartz piézo-électrique et l'émission, ainsi que l'influence des gaz dissous ou de substances qui se sont montrées aptes à agir sur la luminescence visible pendant l'action des ultrasons [1].

Nous avons trouvé que la majeure partie de l'émission ultraviolette a pour siège une épaisseur de liquide de l'ordre de 2 cm au-dessous de la base du geyser dû à la pression de radiation. Comme on pouvait le supposer, l'émission U. V. croît avec l'intensité électrique appliquée au quartz. Comme le montre la courbe ci-dessus, l'émission semble atteindre un palier qui est peut-être dû à nos conditions expérimentales. (En ordonnée, nombre de décharges enregistrées au photocompteur. En abscisse, intensité du courant de haute fréquence arrivant au quartz piézo-électrique.)

Nous avons essayé de voir s'il y avait un parallélisme entre l'émission visible et l'émission U. V. Cette dernière semble suivre l'intensité lumineuse visible pour l'argon, l'azote, l'oxygène et l'air. La photogénèse en présence d'argon est dix fois plus intense qu'en présence d'air. L'hydro-

gène, le gaz carbonique, l'éther suppriment complètement le phénomène de même que, comme on le savait [1], ces corps suppriment la luminescence visible ainsi que les actions oxydantes des ultrasons.

Par contre, le sulfure de carbone qui donne dans l'eau une émission visible intense, diminue très fortement la photogénèse U. V. On n'observe pas non plus d'émission U. V. au cours de l'action des ultrasons sur une solution de IK, alors que ce produit se décompose avec libération d'iode et émission de lumière visible. L'absence d'émission U. V. dans le cas d'une solution aqueuse d'IK pourrait s'expliquer par le fait que cette solution absorbe, comme nous l'avons constaté, dans le domaine spectral étudié, absorption qui serait à l'origine de la libération d'iode. On peut penser qu'il en est de même dans le cas du sulfure de carbone.

Dans l'état actuel de nos recherches, on peut tenter de formuler quelques hypothèses explicatives de l'action des gaz sur les luminescences visibles et ultraviolettes et, d'autre part, sur la photogénèse de ces mêmes gaz (O_2, N_2, A, air) soumis au bombardement des particules α du polonium. Nous réserverons ces hypothèses pour une publication ultérieure.

OPTIQUE ÉLECTRONIQUE. — *Interprétation de la structure des images électroniques.* Note de MM. **René Bernard** et **Émile Pernoux** présentée par M. Louis de Broglie.

En microscopie électronique, l'image d'un objet résulte de la concentration sur l'écran des électrons qui traversent la préparation sans perte de vitesse appréciable et sans déviation importante. L'image ainsi fournie par un pinceau étroit d'électrons monocinétiques possède évidemment une très haute définition. Toutefois, si l'objet possède une structure cristalline, certaines de ses parties peuvent se présenter sous une incidence θ telle que $2d\,\theta = n\lambda$ (d étant la distance réticulaire). Les électrons incidents tombant sur ce domaine sont alors diffractés sous l'angle 2θ (quelques 10^{-2} radian).

Une fraction seulement de ce faisceau est diffractée élastiquement et peut atteindre la zone marginale de l'objectif. Elle converge ainsi sur l'écran, en donnant du domaine-objet correspondant une image peu intense et médiocrement définie.

Il est possible de mettre en évidence ces deux composantes de l'image définitive par l'artifice suivant. La mise au point correcte étant obtenue, on réduit progressivement jusqu'à zéro la puissance de l'objectif. L'image à haute définition défocalisée s'étale alors en un fond continu, tandis que les zones d'impact des électrons diffractés régulièrement évoluent d'une manière différente. On les voit s'écarter progressivement de leur position

initiale, suivant des directions normales aux traces des plans diffractants, pour finalement venir former un spot du diagramme classique.

La défocalisation progressive fournit ainsi un moyen rapide pour analyser l'image. Elle permet de préciser l'orientation du réseau cristallin dans chaque domaine et de relier l'intensité de chaque spot à l'étendue du domaine-objet correspondant. La figure 1 montre, après défocalisation,

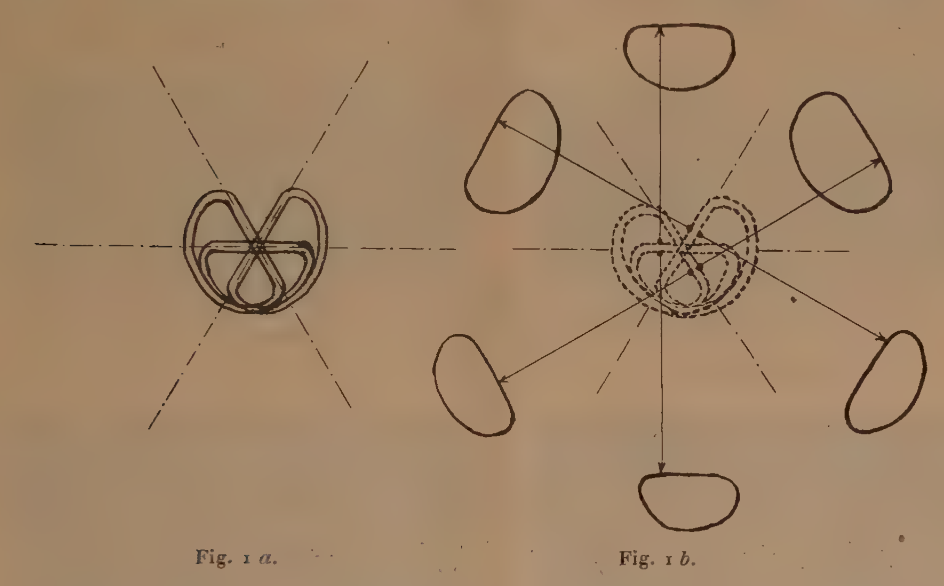


Fig. 1 *a*. Fig. 1 *b*.

Fig. 1 *a*. — Schéma représentant sur une image d'iodure de plomb les domaines recevant le faisceau électronique sous l'angle ± θ de Bragg.

Fig. 1 *b*. — Effet d'une défocalisation limitée sur cette structure; le sens des déplacements correspond au signe de l'angle θ.

la décomposition en ses éléments constituants, d'une figure électronique complexe. Il s'agit d'iodure de plomb, les directions de déplacement forment des angles de 120° et sont normales aux plans de forte densité électronique du cristal hexagonal. Le sens du déplacement correspond au signe positif ou négatif de l'angle fait par le domaine-objet et le pinceau électronique incident.

Avec un objectif magnétique, la mise en œuvre de cette méthode est simple puisqu'il suffit de réduire le courant d'alimentation. Avec un système électrostatique il faut disposer d'un potentiomètre haute tension. Dans les deux cas, le passage continu de l'image au diagramme de diffraction nécessite des conditions d'ouverture rarement réalisées. Il n'est cependant pas indispensable de suivre le phénomène de bout en bout; une défocalisation limitée permet tout aussi bien de reconnaître les domaines images atteints par les électrons diffractés, de repérer la direction et le sens de leur déplacement et de retrouver l'orientation cristalline du domaine correspondant de l'objet (*fig.* 1 *b*).

Plus simplement encore cette défocalisation limitée pourra résulter d'un simple déplacement de l'objet de quelques dizaines de μ et l'angle θ se déduira sans peine de la comparaison des déplacements de l'objet, d'une part et des domaines-images, d'autre part, compte tenu du grandissement du microscope.

Nous avons appliqué cette méthode à l'étude des figures électroniques complexes signalées dans nos Notes précédentes [1], [2], elle nous a permis d'en interpréter tous les détails. Le procédé très ingénieux adopté par O. Rang et H. Schluge [3], permet évidemment d'aboutir aux mêmes résultats, mais il nécessite un équipement spécial dont la mise en œuvre est assez longue. Notre méthode simple et rapide permet au contraire de suivre les phénomènes les plus fugaces.

OPTIQUE ÉLECTRONIQUE. — *Microscopie électronique par réflexion.* Note [*] de MM. **Charles Fert** et **Robert Saporte**, présentée par M. Gaston Dupouy.

Pour observer directement les objets opaques au microscope électronique, nous avons repris les essais de Microscopie électronique par réflexion initialement proposés par B. von Borries [1]. Cet auteur a montré que, pour éviter une grande dispersion des vitesses des électrons « *réfléchis* »,

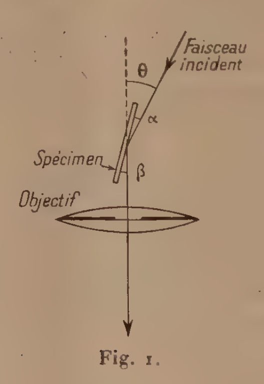


Fig. 1.

la surface de l'échantillon doit former avec l'axe de l'objectif un angle faible et être éclairée sous une incidence rasante : les angles α et β (*fig.* 1) doivent être de l'ordre de 4 à 8°.

---

(1) R. Bernard et E. Pernoux, *J. Phys. Rad.*, 13, 1952, p. 368.
(2) E. Pernoux, *J. Phys. Rad.*, 13, 1952, 135 A.
(3) *Optik*, 9, 1952, p. 463.

(*) Séance du 1er décembre 1952.
(1) *Z. Phys.*, 116, 1940, p. 370.



Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 4. Fig. 5.

Fig. 6. Fig. 7.

Fig. 8. Fig. 9.

Fig. 2. — Réseau original de Rowland ($\beta = 4^\circ$). Fig. 3. — Surface d'aluminium finement polie ($\beta = 3^\circ$). Les particules déposées sur la surface portent une ombre très allongée ($\alpha < \beta$).

Fig. 5. — Cuivre électrolytique corrodé par pulvérisation cathodique. Les photographies 4 à 9 ont été obtenues avec le même échantillon.

Fig. 4, 6 et 8. — Influence de l'angle d'observation : une même région est vue sous $\beta = 4^\circ$ (fig. 4), $\beta = 6^\circ$ (fig. 6), $\beta = 8^\circ$ (fig. 8). La netteté de l'image diminue si l'angle d'observation augmente.

Fig. 7 et 9. — Influence de l'angle d'éclairement : une même région est vue sous $\beta = 4^\circ$, mais avec $\alpha = 3^\circ$ (fig. 7) et $\alpha = 6^\circ$ (fig. 9).

Caractéristiques générales du montage utilisé. — Le microscope électronique expérimental du laboratoire d'Optique électronique de Toulouse a été adapté à ce mode d'observation. L'orientation du faisceau est habituellement obtenue en inclinant le système du canon à électrons et du condenseur. Nous avons préféré introduire un ensemble de bobines déflectrices entre le condenseur et le porte-objet : ce principe conduit à une réalisation plus simple. L'angle d'inclinaison $\theta = \alpha + \beta$ est réglable, d'une manière très souple, en agissant sur le courant des bobines déflectrices, jusqu'à une valeur maximum $\theta = 16^{\circ}$. Le canon restant vertical, il peut être construit à plusieurs étages pour l'emploi de différences de potentiel accélératrices élevées.

Le porte-objet permet d'assurer sous vide l'exploration du spécimen et son centrage au-dessus de l'objectif, de régler l'angle d'observation β, enfin, de faire tourner le spécimen autour d'un axe normal à sa surface. Ce dernier réglage s'est révélé précieux, l'aspect du spécimen pouvant changer considérablement avec son orientation autour de cet axe.

Le système de lentilles est identique à celui d'un microscope électronique par transmission et l'observation des objets transparents est possible avec le même porte-objet. La distance focale de l'objectif, pour les observations par réflexion, est de l'ordre de 10 mm. Un diaphragme d'objectif limite le demi-angle d'ouverture à 5.10^{-3} r. Il est prévu de rendre ce diaphragme escamotable pour obtenir le diagramme de diffraction électronique du spécimen.

Préparation des spécimens. — La préparation des spécimens est conduite dans les mêmes conditions que pour une étude au microscope métallographique, mais le polissage de l'échantillon doit être très poussé et son attaque peu profonde. L'emploi d'un éclairage rasant fait du microscope électronique par réflexion un appareil d'étude très sensible du poli d'une surface.

Les figures 2 à 9 montrent quelques photographies enregistrées au microscope électronique par réflexion. Elles font apparaître l'influence de différents paramètres sur l'aspect des images. Le pouvoir séparateur perpendiculairement au plan d'incidence est de l'ordre de 250 Å pour un angle d'observation de 4°.

ÉLECTROTECHNIQUE. — *Sur les régimes transitoires.*

Note (*) de M. **Paul Poincelot**, présentée par M. Louis de Broglie

J'ai mis sous une forme qui paraît commode un certain nombre de régimes transitoires à partir de l'intégrale de Fourier. Des changements de contours

---

(*) Séance du 24 novembre 1952.

convenables conduisent à des développements en séries de fonctions de Bessel. J'en ai vérifié la convergence et le caractère pratique en calculant les courbes.

1. Réponse à la tension unité $\Upsilon(\tau)$ d'une chaîne de p cellules passe-bas simples (L, C) :

$$F(\tau)=\{1-[J_0(\tau)+2J_2(\tau)+\ldots+2J_{2p-2}(\tau)+J_{2p}(\tau)]\}\Upsilon(\tau),$$

avec $\tau=\omega_c t$, ω_c étant la pulsation de coupure, t le temps.

Dans ce qui suit, nous omettrons la fonction $\Upsilon(\tau)$.

2. Filtre comprenant p cellules simples (L, C) et une cellule (ou deux demi-cellules) dérivées en m; réponse à la tension unité :

$$f(\tau)=1-[J_0(\tau)+2J_2(\tau)+\ldots+2J_{2p-2}(\tau)+J_{2p}(\tau)]-\frac{2m}{1+m}J_{2p}(\tau)$$
$$+\frac{4m^2}{1-m^2}\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\left(\frac{1-m}{1+m}\right)^n J_{2n+2p}(\tau).$$

3. Même filtre. Réponse à la tension $\sin\Omega t\Upsilon(t)$, avec

$$\frac{\Omega}{\omega_c}=\sin a<1,$$

$$f(\tau)=F(\tau)+\sum_{n=1}^{\infty}\sin na[J_{2p-n}(\tau)-(-1)^n J_{2p+n}(\tau)],$$

$F(\tau)$ étant le régime permanent.

4. Même cas, mais avec $\Omega>\omega_c$:

$$f(\tau)=\frac{2}{\tau\,\mathrm{sh}\,\frac{\alpha}{2}}\left\{pJ_{2p}(\tau)+\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n e^{-n\alpha}[(n+p)J_{2(n+p)}(\tau)-(n-p)J_{2(n-p)}(\tau)]\right\},$$

α étant l'affaiblissement d'une cellule en régime permanent.

5. Même filtre, avec un signal arrondi, de tension :

$$E(t)=e^{i\Omega t}[1-e^{-\delta t}]\Upsilon(t)\qquad(\Omega>\omega_c)$$

$$f(\tau)=\frac{1}{\tau\,\mathrm{sh}\,\frac{\alpha}{2}}\left\{i\,2pJ_{2p}(\tau)+\sum_{n=1}^{\infty}i^{n+1}e^{-n\frac{\alpha}{2}}[(n+2p)J_{n+2p}(\tau)-(n-2p)J_{n-2p}(\tau)]\right\},$$

avec

$$\mathrm{sh}\,\frac{\alpha}{2}=\sqrt{\left(\frac{\Omega+i\delta}{\omega_c}\right)^2-1}.$$

6. Passe-haut (C, L) à une cellule. Réponse à la tension unité :

$$f(\tau)=J_0(\tau)+2\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n(n^2+1)J_n(\tau).$$

7. Même cas avec p cellules :

$$f(\tau)=\frac{1}{p}\frac{1}{\tau}\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{\substack{q=0\\(q\leq n)}}^{2p-1}(-1)^n\frac{(2p+n-q)!}{q!(2p-q-1)!(n-q)!}(n+1)J_{n+1}(\tau).$$

8. Même passe-haut à une cellule. Réponse à la tension $\sin \Omega t \Upsilon(t)$ avec $\Omega/\omega_c = b > 1$ (Ω dans la bande passante) :

$$f(\tau) = -\frac{2}{b}\sqrt{1-\frac{1}{b^2}}\,J_0(\tau) - \frac{4}{b}\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n n J_n(\tau)$$
$$-\frac{4}{b}\sqrt{1-\frac{1}{b^2}}\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\left(b-\sqrt{b^2-1}\right)^{2n}J_{2n}(\tau).$$

9. Même cas, mais avec $\Omega/\omega_c = \sin a < 1$ (Ω dans la bande atténuée) :

$$f(\tau) = -\sin(\tau \sin a)\left(\frac{1+\cos a}{\sin a}\right)^2 + \sum_{n=1}^{\infty}\left[\frac{4\cos a}{\sin^2 a}\sin na - 4(-1)^n\frac{n}{\sin a}\right]J_n(\tau).$$

10. Ligne homogène (R, C, L, G) réponse à la tension $\Upsilon(t)$.
Posons

$$\rho = \frac{R}{2L} - \frac{G}{2C}, \qquad \sigma = \frac{R}{2L} + \frac{G}{2C}, \qquad a = \frac{\sigma}{\rho}, \qquad u = \sqrt{t^2 - \theta^2}.$$

θ étant le temps de propagation ; la tension à l'arrivée est

$$f(t) = \left\{F(t) - e^{-\sigma t}\sum_{n=1}^{\infty}\left(a-\sqrt{a^2-1}\right)^n\frac{(t+\theta)^n-(t-\theta)^n}{u^n}I_n(\rho u)\right\}\Upsilon(t-\theta),$$

$F(t)$ étant le régime permanent.

11. Même ligne. Tension de sortie en réponse à la tension d'entrée

$$e^{i\Omega t}\Upsilon(t).$$

Je trouve la même formule qu'en (10), avec

$$a = \frac{\sigma + i\Omega}{\rho}, \qquad \left(\left|a-\sqrt{a^2-1}\right| < 1\right).$$

Remarque. — Toutes les fonctions du temps représentent des tensions, et non des courants. Tous les systèmes sont supposés terminés par leur impédance-image.

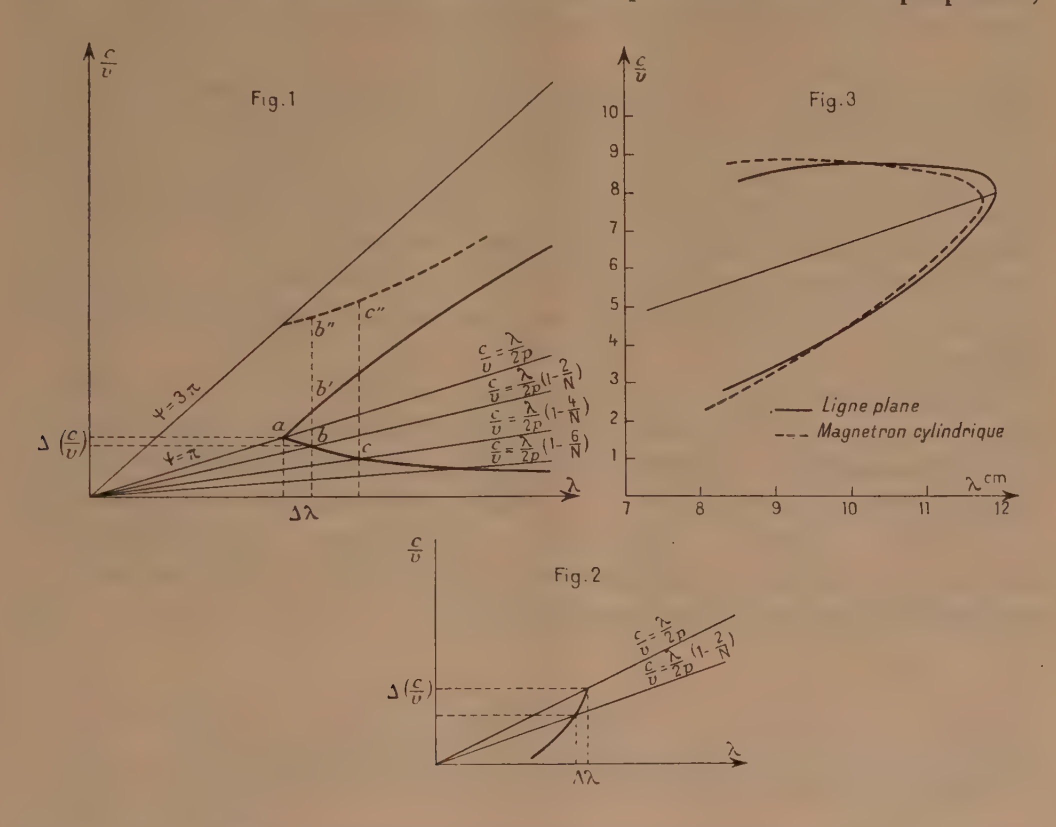
RADIOÉLECTRICITÉ. — *Sur la détermination des vibrations propres et les changements de mode d'un magnétron oscillateur à cavités multiples.* Note (*) de MM. **André Leblond**, **Jean Nalot** et **Oskar Dœhler**, présentée par M. Camille Gutton.

Les magnétrons conçus pour servir d'oscillateurs dans les bandes centimétriques et millimétriques comportent en général une anode cylindrique compre-

(*) Séance du 1er décembre 1952.

nant un nombre élevé N de résonateurs couplés entre eux. Un tel circuit peut être considéré comme un tronçon de ligne plane à structure périodique enroulé et fermé sur lui-même.

Un mode de représentation commode des propriétés de lignes planes à structure périodique a été donné dans une Note précédente [1]. Si l'on suppose que le fait d'enrouler la ligne plane ne modifie pas sensiblement ses propriétés,



c'est-à-dire la différence de phase ψ entre deux cellules successives en fonction de la fréquence, les vibrations propres de la cavité du magnétron, définies par

$$N\psi = 2n\pi$$

correspondent aux points d'intersection de la courbe de dispersion de la ligne plane avec les droites

$$\frac{c}{|v|} = \frac{n}{N}\frac{\lambda}{p} \qquad (n = 0, 1, 2, \ldots),$$

$c/|v|$ et p étant le taux de retard et le pas de la ligne et λ la longueur d'onde (*fig.* 1). Chaque branche de la courbe de dispersion donne N/2 points d'intersection $a, b, c, \ldots, a', b', c', \ldots$ dont les abscisses, identiques pour toutes les

(1) P. Guénard, O. Doehler et R. Warnecke, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 32.

branches, définissent N/2 longueurs d'onde de résonance, et dont les ordonnées définissent les vitesses des faisceaux électroniques susceptibles d'entrer en interaction avec le champ du circuit et permettent de déterminer les conditions d'accrochage des oscillations.

Le saut d'un mode d'oscillation au mode voisin est d'autant plus facile que les conditions d'accrochage sont plus voisines, c'est-à-dire que les taux de retard des deux modes sont plus voisins. C'est ainsi que, le mode π correspondant à l'intersection de la courbe de dispersion avec la droite $c/|v| = \lambda/2p$ étant le mode d'oscillation désiré, le danger d'oscillation peut être plus grand pour un circuit correspondant à la figure 1, que pour un circuit correspondant à la figure 2, bien que dans le deuxième cas l'écart des longueurs d'onde du mode π et du mode voisin soit faible. Le mode d'oscillation parasite le plus facilement excité étant celui qui correspond à $c/|v| = \lambda/2p(1 - 2/N)$, il y a donc intérêt à utiliser un circuit possédant une caractéristique de dispersion analogue à celle de la figure 2, pour laquelle le mode fondamental est un mode inverse [1].

Pour étudier de nouveaux circuits de magnétron, il est commode d'utiliser des modèles plans, d'une réalisation plus facile au stade expérimental, et d'une étude plus aisée. Les modifications qu'apporte à la détermination des modes d'oscillation le passage d'une structure plane à une structure cylindrique sont, dans les cas pratiques, suffisamment peu importantes comme le montre la figure 3, pour que cette méthode puisse être utilisée, au moins dans une première étape de l'étude d'un circuit nouveau.

OPTIQUE. — *Contribution à l'étude théorique de la figure de diffraction donnée par une ouverture circulaire couverte à moitié par une lame à faces parallèles.* Note de M. **Norbert Ségard**, présentée par M. Jean Cabannes.

Dans une Note précédente [1] nous avons décrit l'aspect fondamental de la figure de diffraction obtenue par diffraction et interférence en lumière parallèle monochromatique avec une ouverture circulaire couverte à moitié par une lame de verre L à faces parallèles. Nous avons expliqué cette figure à l'aide de constructions de Fresnel. Une explication complète de toute la figure de diffraction entraîne des difficultés mathématiques et numériques que nous nous sommes proposé d'atténuer.

Le point P, au foyer d'un collimateur, forme son image géométrique P′ au foyer de l'objectif de distance focale f. Entre ces deux lentilles, le diaphragme circulaire D, de rayon R et de centre O, est divisé en deux plages égales par la lame L qui introduit entre elles la différence de marche $2k\pi$ (k quelconque).

---

[1] Charron et Ségard, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 610.

Soit xOy un système d'axes de coordonnées dans le plan de D, Oy étant défini par la ligne de séparation des deux plages; $P'\xi$ et $P'\eta$ sont respectivement parallèles à Ox et Oy dans le plan focal de l'objectif. En un point $M(\xi, \eta)$ l'éclairement par tous les éléments $dx\,dy$ de D est proportionnel à $(A\cos k\pi - B\sin k\pi)^2$, avec

$$\left.\begin{matrix}A\\B\end{matrix}\right\}=\iint \begin{matrix}\cos\\ \sin\end{matrix}\frac{2\pi}{\lambda f}(\xi x+\eta y)\,dx\,dy,$$

ces intégrales étant étendues à un demi-cercle de D.

A peut se ramener à la fonction J_1 de Bessel. B ne peut s'exprimer au moyen de transcendantes élémentaires. Son calcul approché a fait l'objet de nombreux travaux, car B se rencontre aussi dans l'étude de l'héliomètre ainsi que dans celle de la diffraction d'une droite lumineuse par une ouverture circulaire. Plus particulièrement, Everitt (2) a procédé à de longues méthodes d'intégration mécanique, tandis que M. Danjon (3) propose, comme résolvant pratiquement le problème, certains développements en série et valeurs asymptotiques. Les démonstrations rigoureuses de telles formules, ainsi que les calculs numériques résultants, sont longs et délicats. L'étude que nous avons faite de cette fonction B nous a amené, au contraire, à l'établissement simple de deux développements convergents et surtout à un procédé de calcul beaucoup plus rapide.

En désignant par ρ et α les coordonnées polaires de M par rapport à $P'\xi$, par r et u des grandeurs proportionnelles à ρ et x, le calcul de B entraîne celui de

$$I=\int_{\sin\alpha}^{1}\sqrt{1-u^2}\,\sin ru\,du.$$

Pour les faibles valeurs de α et r, le développement alterné suivant est rapidement convergent :

$$I=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n-1}r^{2n-1}}{(2n-1)!}\int_0^{\cos\alpha}v^2(1-v^2)^{n-1}\,dv \qquad (v^2=1-u^2).$$

Pour les plus grandes valeurs de α, la correspondance symbolique de p à r donne

$$I\supset\int_0^{\cos\alpha}\left(-1+\frac{1+p^2}{1+p^2-v^2}\right)dv=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{p}{(1+p^2)^n}\,\frac{\cos^{2n+1}\alpha}{2n+1}.$$

Les originaux des premiers termes se calculent aisément; la formule de Bromwhich permet la détermination du terme général.

---

(2) *Proc. of the Royal Soc.* Série A, **83**, 1910, p. 302.

(3) *Ann. de l'Obs. de Strasbourg*, **3**, 1936, p. 240.

Par ailleurs, les calculs numériques de I sont grandement facilités par l'adaptation du procédé de M. Gaston Laville ([4]) au calcul de I sans construction graphique. L'arc de cercle $y = \sqrt{1-u^2}$ est assimilé à un arc de cubique suivant le procédé qu'il indique, d'où

$$r\int_{\sin\alpha_0}^{\sin\alpha_1} \sqrt{1-u^2}\sin ru\, du = (d_0 - b_0)\cos(r\sin\alpha_0) - (d_1 - b_1)\cos(r\sin\alpha_1) - (c_0 - a_0)\sin(r\sin\alpha_0) + (c_1 - a_1)\sin(r\sin\alpha_1)$$

avec

$$a_0 = a_1 = \frac{a}{r^3},$$

$$b_0 = \frac{a\sin\alpha_0 + b}{r^2}, \qquad c_0 = \frac{\frac{a}{2}\sin^2\alpha_0 + b\sin\alpha_0 + c}{r}, \qquad d_0 = \cos\alpha_0,$$

b_1, c_1, d_1 se déduisent de a_0, b_0, c_0 en remplaçant α_0 par α_1, a, b, c, d résultent immédiatement des relations de M. Laville.

Pratiquement, la tabulation de B sera faite en calculant

$$\int_{\sin 80°}^{1}, \qquad \int_{\sin 70°}^{\sin 80°}, \qquad \int_{\sin 60°}^{\sin 70°}, \qquad \ldots,$$

d'où, par additions successives, les valeurs correspondantes de I. La précision numérique peut atteindre la quatrième et même la cinquième décimale.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la radioactivité anormale de l'atmosphère.*

Note de M. **Hubert Garrigue**, présentée par M. Jean Cabannes.

On met en évidence, en avion, à 1400 m, des suies non locales et le corps radioactif A ; à 4000 m, le corps A″ (période 100 à 400 h).

Poursuivant systématiquement les recherches de radioactivité de l'air libre, au sol (sommet du Puy de Dôme, 1500 m), en vol (Avion-laboratoire du S. A. L. S., région de 50 km autour du Puy de Dôme, altitude maximum 5000 m), on a effectué depuis le 11 avril 1952, une série plus serrée d'expériences, en particulier, 22 vols de prospection jusqu'au 1er juillet 1952 inclus.

Il est remarquable de constater que le vol de basse altitude du 25 avril 1952 met en évidence l'existence de suies abondantes non locales (vent du secteur Nord, région explorée : 50 km au Nord de Clermont-Ferrand) et du corps radioactif A de période apparente 25 h environ.

Le vol du 15 juin 1952, vers 4000 m d'altitude permet de récolter un produit radioactif très tenace, de la classe du corps appelé A″ ([1]). Les mesures

---

([4]) *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 1728.

([1]) Le corps A″, de longue période (10 jours) a été décelé pour la première fois dans la neige fraîche au sommet du Puy de Dôme le 20 novembre 1951. *Comptes rendus*, **233**, 1951, p. 1447.

plus précises montrent une période du début de 100 à 150 h et une période de queue de 400 h environ, toutes corrections faites (radon, thoron, perturbations locales). L'intensité d'ionisation de l'air libre provoqué par ce corps, dans les conditions où il se trouve réparti sur les lieux de prélèvement, vers l'altitude de 4 000 m, a pour ordre de grandeur une fraction de l'intensité d'ionisation provoquée par le radon normalement contenu dans l'air libre à basse altitude (teneur de l'ordre de 10^{-16} curie/cm^3). Aucun résidu à plus longue période n'a pu être décelé.

Date.	Altitude maximum (m).	Température au point culminant (°C).	Durée du prélèvement.	Particules décelées (*).
11 avril 1952	4500	—11	2 h 15 m	néant
12 »	3200	–	2 30	»
19 »	1900	–	1 30	»
24 »	3400	— 9	1 00	»
25 »	1400	— 2	1 00	suies A
26 »	mesures au sol, sommet du Puy de Dôme			traces A
26 »	3400	— 1	1 h 30 m	néant
27 »	3600	— 4	3 00	»
28 »	3300	— 2	1 30	traces A
29 »	3000	— 1	1 00	néant
30 »	4000	— 4	2 00	traces A
1er mai 1952	2300	givrage abondant	1 00	néant
4 »	2700	— 2	2 00	»
8 »	3525	— 5	1 30	»
10 »	3900	— 7	1 00	»
12 »	4300	— 8,5	2 00	A (12 et 13)
13 »	3800	— 5	2 00	
18 »	3150	+ 1	2 00	traces A
25 »	4000	— 4	1 30	traces A″
1er juin 1952	3800	— 4	1 15	néant
10 »	3550	— 1	2 00	A″
15 »	4800	— 7,5	3 00	A″
1er juillet 1952	4500	+ 3	1 00	néant

(*) Particules décelées en plus des particules normales d'origine terrestre, radon et thoron.

A, Corps de période apparente 25 h.

A″, Corps de période apparente longue (100 à 400 h).

Il ne semble malheureusement pas possible de tirer cette fois une conclusion satisfaisante sur la vitesse de propagation et de dissémination, à l'échelle du globe, des nuages radioactifs d'origine « atomique ».

PHYSIQUE CORPUSCULAIRE. — *Vérification expérimentale des théories de l'ionisation produite dans les gaz par des mésons de grande énergie.* Note (*) de MM. **Paul Chanson**, **Pierre Treille**, **Terrence Price** et **David West**, présentée par M. Louis Leprince-Ringuet.

L'ionisation spécifique des mésons du rayonnement cosmique a été mesurée par quatre compteurs proportionnels rectangulaires, pour deux bandes d'énergie. Les résultats sont en faveur d'un accroissement de l'ionisation pour les mésons de très grande vitesse.

Dans une précédente Note ([1]) reprise en détail par la suite ([2]), nous avons indiqué les résultats obtenus en 1950 sur l'ionisation créée par une particule de grande énergie grâce aux mesures simultanées de l'impulsion et de la perte d'énergie à l'aide d'une chambre de Wilson et de deux compteurs proportionnels.

Nous avons entrepris pendant la campagne 1951 au laboratoire du C. N. R. S. à l'aiguille du Midi de Chamonix (3650 m d'altitude) une nouvelle expérience permettant de comparer l'ionisation spécifique des mésons d'une part au voisinage du minimum théorique (impulsion voisine de 0,4 BeV/c) d'autre part au delà de ce minimum (impulsion supérieure à 1 BeV/c), ceci pour confirmer l'allure générale du phénomène observé dans l'étude précédente.

Le montage expérimental est constitué par un télescope schématisé sur la figure. Les bancs de compteurs Geiger 1, 2, 3 sont en coïncidence et définissent un pinceau étroit de rayons cosmiques au voisinage de la direction verticale, le banc 4 peut être monté en anticoïncidence. Les quatre compteurs proportionnels P ont pour une hauteur utile de 7 cm un remplissage de néon (de 1,6 cm de mercure T P N) argon (20 cm) et méthane (20,5 cm), le coefficient ξ de Landau ([3]) ayant alors pour valeur 290 eV. Les bancs 5 et 6 placés sur les côtés des compteurs proportionnels utilisés sont reliés à un hodoscope pour indiquer le passage éventuel de rayons d'incidence oblique (en même temps que les rayons verticaux à mesurer) à travers certains des compteurs proportionnels dont les indications seraient faussées.

Première expérience. — Télescope $1+2+3$; écrans $A = 15$ cm de plomb, $B = 60$ cm. 1470 mesures ont été obtenues. Les particules observées sont des mésons μ d'impulsion supérieure à 1 BeV/c; les autres particules lourdes du rayonnement cosmique, protons et mésons π, sont pratiquement toutes arrêtées

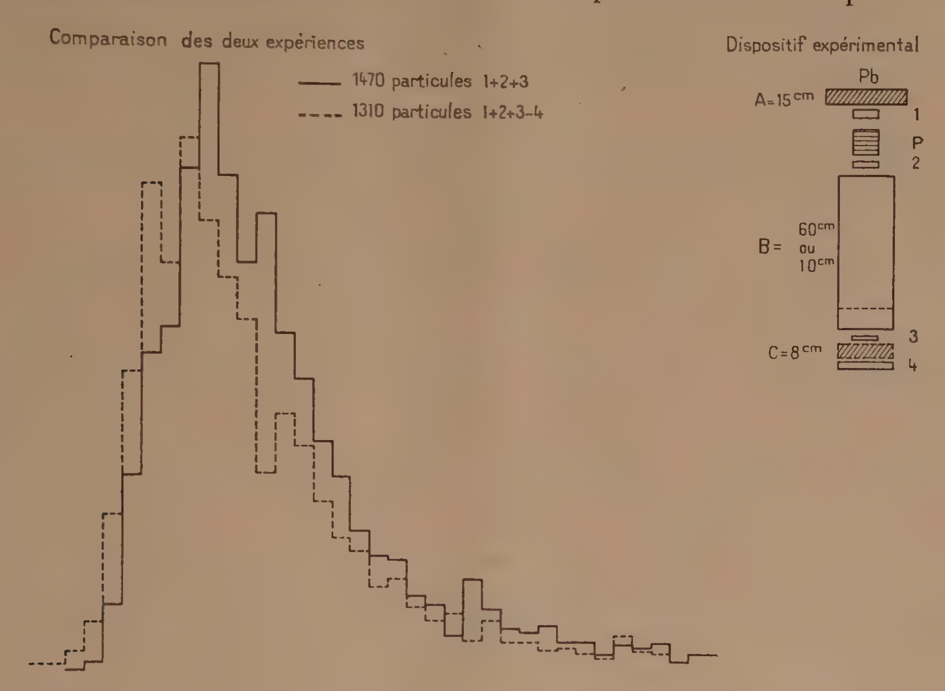
(*) Séance du 24 novembre 1952.

([1]) Becker, Chanson, Nageotte, Treille, Price et Rothwell, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1155.

([2]) Becker et al., *Proc. Phys. Soc.*, A 65, p. 437.

([3]) *J. Phys. U. S. S. R.*, 8, p. 201.

dans les écrans A ou B et la probabilité de les détecter indirectement par des secondaires traversant le banc 3 est faible. Étant donnée par ailleurs la faiblesse relative de l'intensité de ces particules N par rapport à celle des mésons μ, la perturbation apportée à la répartition des pertes d'énergie des mésons peut être considérée comme négligeable. Les électrons sont éliminés facilement grâce à la combinaison de l'écran A et des compteurs de l'hodoscope.



Deuxième expérience. — Télescope $1+2+3-4$; écrans $A = 15$ cm, $B = 10$ cm, $C = 8$ cm de plomb. 1310 mesures ont été obtenues. Les ionisations mesurées sont relatives à des mésons μ, de 300 à 400 MeV/c, à des protons de 900 à 1100 MeV/c, à des particules N d'impulsions très variables arrêtées par événements nucléaires dans les écrans B ou C (les primaires ou secondaires traversant les compteurs 3 sans décharger les compteurs 4) en nombre sensiblement égal cette fois à celui des mésons μ, d'après les expériences de 1950.

Interprétation des résultats. — On trace pour chaque compteur P la courbe représentant la variation du nombre des particules en fonction de la mesure de l'ionisation. On observe un net déplacement du maximum et du front avant de la courbe de distribution vers les faibles pertes d'énergie quand on passe de la première à la seconde expérience. La présence des particules N très énergiques, dans la seconde expérience, ne peut pas expliquer l'écart entre les courbes expérimentales, elle ne peut que le diminuer; il faudrait en effet supposer qu'à vitesse égale les mésons μ et les particules N subissent des pertes d'énergie très différentes, ce qu'aucune des théories proposées jusqu'ici ne peut expliquer.

Par contre, le déplacement s'interprète aisément si l'on admet, selon ces mêmes théories, l'accroissement de l'ionisation quand l'impulsion de la particule incidente devient supérieure à 400 MeV/c.

RAYONS COSMIQUES. — *Sur la répartition angulaire, le spectre des moments et la dissymétrie Est-Ouest de la composante nucléaire du rayonnement cosmique étudiée au moyen d'une émulsion sensible.* Note (*) de MM. **Max Morand** et **Tsai-Chü**, présentée par M. Eugène Darmois.

La répartition de l'intensité en direction peut se représenter par $I = I_0 \cos^\lambda \alpha$, avec $\lambda = 2,56 \pm 0,28$; le spectre différentiel des moments a été obtenu pour les faibles énergies; l'existence d'une dissymétrie E-W a été confirmée.

1. La répartition de l'intensité totale du rayonnement cosmique a été étudiée ([1]) dans une plaque Ilford G5, enfermée dans une boîte en aluminium de 300 μ d'épaisseur et exposée verticalement sous 0,2 g/cm² de bois à Tamanrasset. Nous avons mesuré 1925 traces non relativistes (granulation moyenne supérieure à 45 grains par 100 μ, correspondant à des protons d'énergie inférieure à 230 MeV). Chaque trace est repérée par l'angle α que sa projection sur le plan de l'émulsion fait avec la verticale et l'angle β que fait la trace avec cette projection. Les grains sont comptés sur plusieurs sections le long de la trajectoire. $(1,25 \pm 0,26)\%$ des traces est éliminé comme dû aux branches d'étoiles produites dans l'émulsion. La répartition de l'intensité en direction, celle-ci étant prise à l'entrée des traces dans l'émulsion, peut se représenter par $I = I_0 \cos^\lambda \alpha$, avec $\lambda = 2,56 \pm 0,28$ pour α inférieur à 60°, et $\lambda = 2,20 \pm 0,34$ lorsqu'il s'agit de l'angle β, le nombre des traces non observables devenant important pour β supérieur à 60°. L'intensité verticale j(0), déterminée par un cône de 30° d'angle zénithal, est $(1,625 \pm 0,072).10^{-4}/\text{cm}^2/\text{s}$. stéradian.

2. Le spectre différentiel, pour les moments des protons d'énergie supérieure à 500 MeV/c, a été obtenu par des expériences ([2]), ([3]) faites surtout avec la chambre de Wilson; seules, les plaques photographiques permettent de compléter ce spectre du côté des faibles énergies. Les moments de nos particules sont étalonnés au moyen de la courbe parcours-granulation d'une dizaine de mésons trouvés dans la même plaque. La figure montre le spectre de ces moments exprimés en BeV/c, pour l'intensité verticale absolue, en nombres de protons par cm²/s.stéradian et par MeV/c. Le point à 640 MeV/c peut coïncider avec celui de Whittemore et Shutt ([3]), avec un

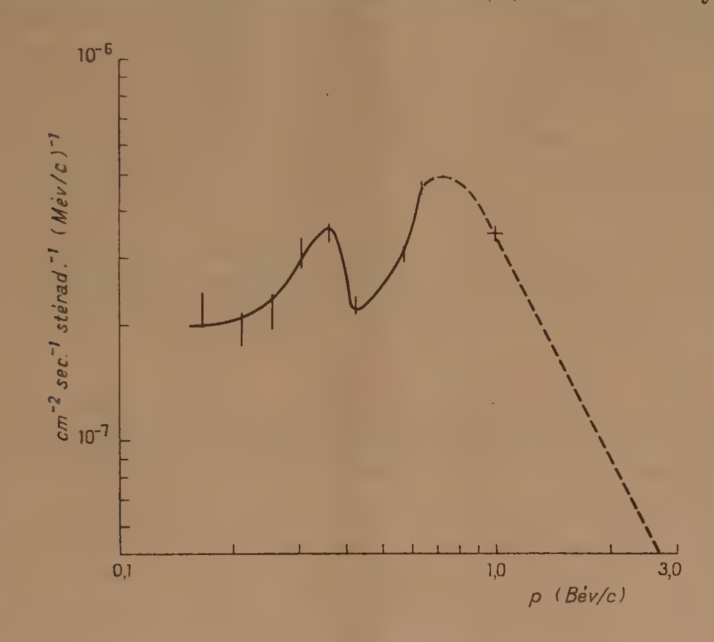
(*) Séance du 1er décembre 1952.

([1]) M. Morand et Tsai-Chü, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1875.

([2]) G. Puppi et N. Dallaporta, *Progress in Cosmic Ray Physics*.

([3]) *Phys. Rev.*, 86, 1952, p. 490.

parcours d'absorption de 150 g/cm² et un effet de latitude de 22,5 %. La partie pointillée a été tracée en faisant passer une droite par deux points : l'un à 1 BeV/c, celui de ces mêmes auteurs corrigé par un parcours ([7]) de 125 g/cm² et un effet de latitude de 5 %, l'autre à 9,82 BeV/c, calculé au moyen du spectre



primaire de Winkler ([4]), mais qui n'a pas pu être mis sur la figure. Nous avons complètement identifié 11 mésons et 331 protons parmi ces particules; les mésons représentent donc $(3,2 \pm 1,0)$ % et leur intensité verticale, sous 8,73 m d'eau, à 25°30′ de latitude géomagnétique, est $(1,04 \pm 0,33).10^{-6}$ par stéradian, par seconde, par gramme, pour les parcours inférieurs à 5 g/cm² d'air. L'intensité de ces mésons très lents, réduite à 45°, semble s'accorder mieux avec les résultats de Wilson ([5]) qu'avec ceux des autres auteurs ([6]), ([7]).

3. L'existence certaine d'une dissymétrie E — W sur les particules lourdes du rayonnement cosmique confirme les résultats publiés antérieurement par l'un de nous ([8]). Nous avons trouvé une dissymétrie égale à $0,31 \pm 0,11$ pour α compris entre 30 et 45°; mais nous n'avons qu'une dissymétrie égale à $0,059 \pm 0,046$ pour l'ensemble de toutes les particules lourdes non relativistes. Nous continuons encore le dépouillement pour arriver à une valeur plus certaine et étudier la manière dont la dissymétrie varie avec l'énergie et l'angle α.

([4]) *Phys. Rev.*, 79, 1950, p. 656.

([5]) WILSON, *Nature*, 158, 1946, p. 415.

([6]) YORK, *Phys. Rev.*, 85, 1952, p. 998.

([7]) ROSSI, *Rev. Mod. Phys.*, 20, 1948, p. 537.

([8]) M. MORAND, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1488; *Nuovo Cimento*, 1949; Supplemento VI, p. 403.

Il est maintenant bien établi que ces traces isolées ne peuvent provenir uniquement des branches d'étoiles locales; elles correspondent aux branches les plus énergétiques de phénomènes secondaires produits en haute atmosphère. Malgré les interactions nucléaires qu'ils ont subies, les nucléons secondaires ont donc une dissymétrie analogue, et, peut-être, même supérieure, à celle des mésons relativistes. Ce fait peut s'expliquer assez facilement, car la plupart des mésons μ arrivant en basse altitude proviennent de la désintégration en vol de mésons π ou d'autres particules instables, produites dans une collision entre noyaux et protons primaires et atomes de l'air; la perte minimum d'énergie par ionisation à travers l'atmosphère étant de 2 BeV, il faut au moins un π primaire de 4 BeV environ, puisque la moitié de l'énergie totale est dissipée sous forme de neutrino; enfin, si plusieurs particules se partagent l'énergie d'un primaire, son énergie doit être assez élevée pour que le méson π primaire ait une énergie supérieure à 4 BeV.

De sorte que la dissymétrie E — W des mésons relativistes, observée au sol, se trouve limitée par une énergie minimum élevée des primaires qui leur ont donné naissance, Au contraire, grâce aux conversions neutron-proton à la fin des cascades nucléaires, les protons peuvent être les descendants de collisions qui n'ont pas subi cette limite. Il est à remarquer que l'existence de la dissymétrie E — W conduit à des conclusions plus fortes que celles résultant des effets de latitude, puisqu'elle prouve que les nucléons secondaires conservent une direction voisine de la direction des primaires qui leur ont donné naissance.

PHYSIQUE CRISTALLINE. — *Spectre Raman du chlorure de baryum hydraté* ($BaCl_2$, $2H_2O$). Note de M. **André Galy**, présentée par M. Jean Cabannes.

Ce cristal est monoclinique. Il appartient au groupe spatial $C_{2h}^5 — P2_1/C$. Les paramètres de la maille élémentaire sont :

a. (OX) = 6,736 Å; *b.* (OY axe binaire) = 10,86 Å; *c.* (OZ) = 7,136 Å [1].

Cette maille contient quatre molécules de chlorure de baryum; chaque ion ou molécule d'eau est en position générale, de sorte qu'il existe une famille d'ions Ba, deux familles d'ions Cl, deux familles de molécules d'eau :

Le spectre Raman d'un monocristal fournit les fréquences indiquées dans le tableau ci-contre.

On constate dans ce tableau que la fréquence de déformation de l'eau n'apparaît pas.

---

[1] St. v. Karay-Szabo et K. Sasvari, *Z. Krist.*, A, 97, 1937, p. 235.

Fréquence en cm⁻¹.........	33	46	62	77	98	122-127	135	144
Intensité approximative (*)..	F	F	m	F	F	F	F	m
Type (notation de Placzek).	Ag	Ag	?	Ag+Bg	Ag+Bg	Ag+Bg	Ag	?
Fréquence en cm⁻¹.........	167	187	205	250	400-410	560	717	-
Intensité approximative (*)..	m	m	f	f	f	F	f	-
Type (notation de Placzek).	?	?	?	?	Ag+Bg	Bg	?	-
Fréquence en cm⁻¹.........	3285	3345	3376	3456	-	-	-	-
Intensité approximative (*)..	m	F	m	F	-	-	-	-
Type (notation de Placzek).	Ag+Bg	Ag+Bg	Ag+Bg	Ag+Bg	-	-	-	-

(*) F, intense; m, moyenne; f, faible.

Les raies de grandes fréquences, dues aux oscillations de valence, sont étroites et possèdent les tableaux d'intensités suivants (*) :

OX OY OZ

$$M = 3285\ \text{cm}^{-1} \begin{vmatrix} m & o & f \\ o & o & o \\ f & o & m \end{vmatrix} \qquad N = 3345\ \text{cm}^{-1} \begin{vmatrix} F & o & F \\ o & o & o \\ F & o & F \end{vmatrix}$$

$$P = 3376\ \text{cm}^{-1} \begin{vmatrix} f & o & o \\ o & m & o \\ o & o & m \end{vmatrix} \qquad Q = 3456\ \text{cm}^{-1} \begin{vmatrix} o & o & o \\ o & F & o \\ o & o & F \end{vmatrix}$$

(*) F : intense; m : moyenne; f : faible.

Les résultats obtenus permettent d'orienter les molécules d'eau dans le cristal ([2]).

Le nombre des grandes fréquences observées et leurs intervalles conduisent à penser qu'il n'y a pas de couplage entre les diverses molécules d'eau d'une même famille. Les constantes diélectriques du cristal ne varient, d'ailleurs, sensiblement pas en fonction de la température en-dessous de 60° centigrades. Ce qui montre l'indépendance des molécules d'eau entre elles.

Si l'on admet que les molécules d'eau gardent les éléments de symétrie qu'elles possèdent à l'état de vapeur, la raie Q correspond nécessairement à une vibration antisymétrique des molécules d'eau d'une famille; la raie M a une vibration symétrique.

La seule hypothèse fournissant, pour les vibrations symétriques, un tableau d'intensité vraisemblable est la suivante :

Première famille de molécules d'eau (I).......... { M relatif à la vibration symétrique des molécules d'eau, N relatif à la vibration antisymétrique des molécules d'eau;

Deuxième famille de molécules d'eau (II). { P relatif à la vibration symétrique des molécules d'eau, Q relatif à la vibration antisymétrique des molécules d'eau.

([2]) J. Cabannes et R. Aynard, *J. Phys. et Rad.*, (8), 3, 1942, p. 137.

Il résulte des tableaux d'intensité des raies antisymétriques ([3]) que si l'on rapporte les molécules d'eau à trois axes Ox, Oy, Oz :

Ox, bissectrice extérieure de l'angle $\widehat{HOH}$;

Oy, bissectrice intérieure de l'angle $\widehat{HOH}$;

Oz, perpendiculaire à Ox et Oy.

Les tableaux des cosinus directeurs de ces axes par rapport à OX, OY, OZ (rectangulaires à 1° près) sont les suivants :

Famille (I).

	X	Y	Z
x	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	0	$\frac{1}{\sqrt{2}}$
y	0	1	0
z	$\pm\frac{1}{\sqrt{2}}$	0	$\mp\frac{1}{\sqrt{2}}$

Famille (II).

	X	Y	Z
x	0	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$
y	1	0	0
z	0	$\pm\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\mp\frac{1}{\sqrt{2}}$

On constate alors que les tenseurs dérivés des polarisabilités relatifs aux oscillations symétriques des molécules d'eau rapportés aux axes Ox, Oy, Oz sont tous les deux de la forme

$$\begin{vmatrix} a & 0 & 0 \\ 0 & b & 0 \\ 0 & 0 & c \end{vmatrix}$$

avec $a \sim c$ et b très inférieur en valeur absolue à a et c.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les phases du système ternaire aluminium-fer-silicium.* Note de M. **Marcel Armand**, présentée par M. Albert Portevin.

L'angle aluminium du diagramme du système ternaire Al-Fe-Si est encore sujet à discussion; les divers auteurs ([1]) ([2]) ([3]) ([4]) ne sont d'accord ni sur le nombre des phases, ni sur leur composition, ni sur leurs domaines de stabilité propres.

La méthode par liquation ([5]) consiste essentiellement a refroidir lentement

---

([3]) J. Chapelle, *Bulletin de la Société de Minéralogie*, 73, 1950, p. 540.

([1]) Gmelins Handbuch, *Der Anorganischen Chemie*, 8 Aufl. System., n° 35 — A 8, 1950, p. 1334.

([2]) Phragmen, *J. Inst. Met.*, 77, 1950, p. 489,

([3]) Pratt et Raynor, *J. Inst. Met.*, 79, 1951, p. 211.

([4]) Nowotny, Komarek et Kremer, *Berg. u. Huttenmännische Monatshefte*, 96, 1951, p. 161.

([5]) Portevin et Dannenmuller, *J. Inst. Met.*, 75, 1948-1949, p. 949.

les alliages préalablement amenés à l'état liquide et à soutirer le liquide-mère à une température convenablement choisie dans l'intervalle de solidification. Il est possible ainsi d'obtenir les phases de dépôt primaire en gros éléments, ce qui facilite énormément leur examen et la détermination de leurs principales propriétés physiques. L'analyse des liquides-mères peut également fournir des renseignements sur la composition réelle des phases déposées ([6]). Nous avons appliqué cette méthode à une cinquantaine d'alliages, de compositions comprises entre 0 et 20 % de fer, et 0 et 50 % de silicium.

L'analyse chimique des alliages initiaux et des liquides-mères, jointe à l'examen des ségrégats, nous ont permis en outre de confirmer dans l'ensemble le diagramme de Gwyer et Phillips ([7]) modifié par Phillips et Varley ([8]) reproduit schématiquement dans la figure. On doit noter cependant un certain nombre de différences importantes.

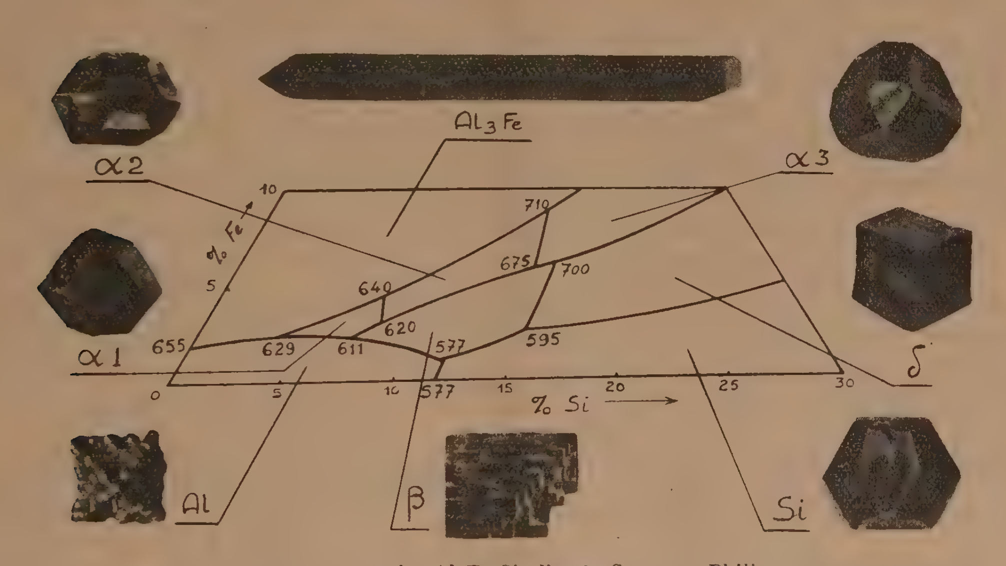


Diagramme ternaire Al.Fe.Si. d'après Gwyer et Philips.

1. Les cristaux obtenus à partir du domaine $FeAl_3$ semblent répondre plutôt à la composition Fe_2Al_7; nous n'avons pu encore établir s'il existe deux phases distinctes comme l'indiquent Nowotny et collaborateurs ([4]), ou s'il s'agit simplement de cristaux de $FeAl_3$, souillés d'aluminium.

2. Le domaine α doit être divisé en trois nouveaux domaines, que nous avons repérés α_1, α_2, α_3. Comme le montre le tableau suivant, les phases

---

([6]) Jollivet, *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 1822; **226**, 1948, p. 2076; **218**, 1949, p. 1128; **228**, 1949, p. 1495; **228**, 1949, p. 1944.

([7]) *J. Inst. Met.*, **38**, 1927, p. 48.

([8]) *J. Inst. Met.*, **69**, 1943, p. 318.

correspondantes sont très nettement distinctes. Deux au moins, du reste, ont déjà été observées par certains auteurs, mais isolément.

Phase.	Réseau.		Formes extérieures.	Densité.	Analyse. Fe %.	Si %.
α_1....	Cubique	$a = 12,523$ (*)	Dodécaèdres rhomboïdaux	3,50	27,3	7,0
α_2....	Hexagonal à un multiple entier près	$a = 4,95$; $b = 7,07$	Aiguilles prismatiques de section hexagonale régulière	3,58	29,2	11,3
α_3....	Cubique	$a = 16,00$	Cubes octaèdres	3,65	35,3	12,8

(*) Donnée de la bibliographie confirmé par le dépouillement des diagrammes.

α_1 est la phase qui donne, avec l'aluminium, l'eutectique caractéristique, généralement connu sous le nom d' « écriture chinoise »; elle a été décrite comme telle par Phragmen [2]. α_2 a été isolé, photographié et analysé par Pratt et Raynor [3] qui, à la suite de Fink et Van Horn [9] lui attribuent un diagramme de diffraction aux rayons X, analogue à celui de $FeAl_3$, ce qui est certainement inexact. α_3 enfin, n'a été décrit nulle part à notre connaissance.

Nous n'avons pas cherché à donner de formule stœchiométrique pour ces constituants; il semble cependant qu'il s'agisse de composés définis, car les cristaux de même type provenant d'alliages de compositions différentes, présentent des caractéristiques identiques. L'existence de ces trois phases α_1, α_2, α_3, implique évidemment celle de quatre nouveaux équilibres invariants, du type péritectique :

$FeAl_3 + \alpha_3 + \text{liq.} \rightleftharpoons \alpha_2$ à 710° environ

$\alpha_3 + \text{liq.} \rightleftharpoons \alpha_2 + \beta$ à 675° environ

$Al_3Fe + \alpha_2 + \text{liq.} \rightleftharpoons \alpha_1$ à 640° environ

$\alpha_2 + \text{liq.} \rightleftharpoons \alpha_1 + \beta$ à 620° environ

Étant données les faibles différences de température existant entre les divers points invariants (11 entre 710 et 577°) dont la plupart sont des points péritectiques de première ou de seconde espèce, il n'est pas étonnant que certains aient échappé jusqu'ici à l'analyse thermique ou aux autres modes d'investigations utilisés généralement (micrographie, rayons X, etc.). Les résultats obtenus ici démontrent, sans qu'il y ait besoin d'insister, l'intérêt des méthodes par liquation pour l'étude des diagrammes.

---

(9) FINK et VAN HORN, *Trans. A.I.M.M.E.*, 1931, p. 383.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse quantitative de l'éponge de fer.* Note de MM. **Jacques Aubry** et **Fernand Marion**, présentée par M. Louis Hackspill.

Le fer métal est attaqué sélectivement par une solution d'argentosulfocyanure d'ammonium dans un mélange eau-dioxane et titré sous forme d'ion ferreux. Après élimination de l'argent, les oxydes de fer sont dissous dans un acide et titrés à l'état ferreux et ferrique.

L'éponge de fer, produit de la réduction directe des minerais, contient, à côté du fer métal, des oxydes de fer non réduits, de la chaux, de la magnésie, de la silice, etc.

La méthode de dosage la plus utilisée est basée sur l'attaque du fer par une solution de chlorure mercurique ([1]), ([2]), ([3]). Cette méthode donne des résultats inexacts par suite de l'attaque incomplète des grains de fer dans un milieu peu conducteur et en raison de l'action des bases alcalinoterreuses sur les sels ferreux libérés. D'autre part le dosage se réduit à la détermination du fer métal et ne permet pas d'étudier le rapport O/Fe dans les oxydes non réduits, qui restent après traitement, mélangés à du mercure et à du chlorure mercureux, difficiles à éliminer sans altération des oxydes. La méthode préconisée utilise le déplacement électrochimique du fer métal dans une solution concentrée d'un sel complexe d'argent : argentosulfocyanure d'ammonium, solution obtenue en dissolvant jusqu'à saturation du sulfocyanure d'argent dans une solution à 25 % de sulfocyanure d'ammonium :

$$2\,Ag(SCN)_4(NH_4)_3 + Fe \rightarrow Fe(SCN)_6(NH_4)_4 + 2\,SCNNH_4 + 2\,Ag.$$

Le milieu est très conducteur (1000 fois plus qu'une solution saturée de chlorure mercurique) et la pile Ag-Fe a un débit intense, ce qui peut provoquer une réduction du sulfocyanure en sulfure. On évite cette perturbation en dissolvant le sel complexe dans un mélange eau (75 %) dioxane (25 %), qui abaisse légèrement la conductivité du milieu et évite une trop grande densité de courant cathodique.

Le fer, à l'état de complexe ferrosulfocyanure d'ammonium forme une solution stable vis-à-vis de l'oxygène de l'air, grâce à la présence de l'argent divisé ce qui permet de prolonger les attaques. D'autre part, ce complexe ferreux est dissimulé vis-à-vis des bases alcalinoterreuses. Enfin la solution d'attaque a un pH 6, et laisse inaltérés les oxydes de fer.

Des grains de fer de diamètre allant jusqu'à 1 mm peuvent être solubilisés après une attaque d'une heure au réfrigérant ascendant.

([1]) *Bureau of Mines, Reports of investigations,* 3824 US., 1945.

([2]) H. Herich, *Archiv. fur Eisen Hütt,* 20, 1949, p. 287.

([3]) N. I. Stognii, *Zavods. Lab.*, 8, 1939, p. 391.

Après filtration, le fer ferreux est déplacé de son complexe par une solution de nitrate mercurique qui précipite les sulfocyanures d'argent, et de mercure et l'on dose les ions ferreux avec une solution titrée de bichromate de potasse ([4]). Le résidu d'oxydes de fer, mélangé d'argent, est traité à 80° C par une solution de brome qui transforme l'argent en bromure sans modifier les oxydes. Une attaque chlorhydrique à l'abri de l'air, solubilise les oxydes, un dosage du fer ferreux et du fer ferrique permet de calculer le rapport O/Fe dans les oxydes coexistants avec le métal.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation et transformation réciproque de dérivés* érythro *et* thréo *de la* β-p-*nitrophénylsérine*. III. *Configuration des* β-p-*nitrophénylsérinates d'éthyle optiquement actifs*. Note (*) de Mme **Irène Elphimoff-Felkin**, MM. **Hugh Felkin** et **Zoltan Welvart**, présentée par M. Marcel Delépine.

La transformation des (+) et (—)-*érythro* β-*p*-nitrophénylsérinates d'éthyle respectivement en leurs isomères (+) et (—)-*thréo*, par inversion de la configuration de l'atome de carbone porteur de la fonction hydroxyle, et la synthèse de la chloromycétine à partir de l'isomère (+)-*thréo*, permettent d'établir la filiation configurative (D ou L) des quatre isomères optiquement actifs du β-*p*-nitrophénylsérinate d'éthyle.

La configuration stérique (*érythro* ou *thréo*) des deux diastéréoisomères racémiques du β-*p*-nitrophénylsérinate d'éthyle a été élucidée récemment ([1]). Dans la présente Note, nous établissons les configurations respectives (D ou L) des quatre isomères optiquement actifs obtenus par dédoublement des deux diastéréoisomères racémiques ([2]).

En effet, nous avons montré que l'énantiomorphe *thréo* dextrogyre possède la même configuration que la chloromycétine, car il y conduit par une série de réactions (*a*), décrites antérieurement ([3]), qui ne modifient pas les centres d'asymétrie de la molécule. Or, la configuration stérique (I) ([4]) de cet anti-

([4]) Burriel et Condé, *Anales r. Soc. esp. fis. y quim*, B **44**, 1948, p. 95.

(*) Séance du 24 novembre 1952.

([1]) M. Kopp, H. Larramona et Z. Welvart, *Comptes rendus*, **233**, 1951, p. 527; *voir* également ([7]), ([8]) et D. O. Holland et P. A. Jenkins, *Chem. and Ind.*, 1951, p. 1092.

([2]) Le dédoublement du diastéréoisomère *érythro* a été décrit récemment, mais la configuration des antipodes n'a pas été établie ([8]); signalons que dans un travail que nous a communiqué le Professeur G. Carrara, et qui vient de paraître (G. Carrara, E. Pace et G. Cristiani, *J. Amer. Chem. Soc.*, **74**, 1952, p. 4949), cet auteur mentionne, sans les décrire, les antipodes optiques du diastéréoisomère *thréo*.

([3]) I. Elphimoff-Felkin, H. Felkin et Z. Welvart, *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 1789.

([4]) Dans toutes les formules, Ar=p-NO_2—C_6H_4.

biotique est connue avec certitude ([5]); l'énantiomorphe de départ est donc le L-(+)-*thréo* β-*p*-nitrophénylsérinate d'éthyle (II) ([6]) et son antipode optique possède la configuration D-(—)-*thréo* (III).

CH_2OH / $CHCl_2CONH-C-H$ / $H-C-OH$ / Ar — (I) D-(—)-*thréo*

← (*a*) 2 stades sans inversion

$COOC_2H_5$ / NH_2-C-H / $H-C-OH$ / Ar — (II) L-(+)-*thréo*

$COOC_2H_5$ / $H-C_\alpha-NH_2$ / $OH-C_\beta-H$ / Ar — (III) D-(—)-*thréo*

↑ (*d*) hydrolyse, reestérification

$COOC_2H_5$ / $H-C_\alpha-NH_2$ / $H-C_\beta-OH$ / Ar — D-(—)-*érythro*

→ (*b*) $(CH_3CO)_2O$

$COOC_2H_5$ / $H-C_\alpha-NH-COCH_3$ / $H-C_\beta-OH$ / Ar — D-(—)-*érythro*

→ (*c*) $SOCl_2$ inversion C_β

[$COOC_2H_5$ / $H-C_\alpha-N=C-CH_3$, / $O-C_\beta-H$ HCl / Ar] — D-*trans*

Les configurations respectives des énantiomorphes *thréo* étant ainsi établies, il était aisé de déterminer celles de leurs isomères *érythro*. En effet, il a été montré récemment ([7]) qu'il est possible d'inverser la configuration du carbone C_β de l'*érythro* β-*p*-nitrophénylsérinate d'éthyle racémique et d'obtenir ainsi le diastéréoisomère *thréo*. Nous avons montré que l'emploi de la même voie (*b*, *c*, *d*) permet de transformer les énantiomorphes (+) et (—)-*érythro* respectivement en L-(+) et D-(—)-*thréo* β-*p*-nitrophénylsérinate d'éthyle ([4]).

La configuration du carbone C_α, dont dépend la dénomination (D ou L) des α-aminoacides et leurs dérivés, restant inchangée, il s'ensuit que les énantiomorphes (+) et (—)-*érythro* possèdent la même filiation configurative (L et D respectivement) que les dérivés *thréo* auxquels ils conduisent.

Partie expérimentale. — *L'érythro* β-*p*-nitrophénylsérinate d'éthyle a été dédoublé au moyen de l'acide dibenzoyl tartrique ([8]). Les D-(—) et L-(+)-

---

([5]) M. C. Rebstock, H. M. Crooks, J. Controulis et Q. R. Bartz, *J. Amer. Chem. Soc.*, 71, 1949, p. 2458; K. Vogler, *Helv. Chim. Acta*, 33, 1950, p. 2111.

([6]) La chloromycétine [(—)-*thréo* 1-*p*-nitrophényl 2-dichloracétamido 1.3-propanediol] possède la dénomination conventionnelle D car le groupement $—CH_2OH$ de sa molécule est rapporté au même groupement dans la D-sérine. Au contraire, le *thréo*-β-*p*-nitrophénylsérinate d'éthyle de *même* configuration réelle possède néanmoins la dénomination conventionnelle L, car il est logique dans ce cas de rapporter son groupement $—COOC_2H_5$ à la fonction —COOH de la L-sérine.

([7]) G. W. Moersch, M. C. Rebstock, A. C. Moore et D. P. Hylander, *J. Amer. Chem. Soc.*, 74, 1952, p. 565.

([8]) G. Carrara, G. F. Cristiani, V. d'Amato, E. Pace et R. Pagani, *Gaz. Chim. Ital.*, 82, 1952, p. 325.

érythro N-acétyl β-*p*-nitrophénylsérinates d'éthyle, $C_{13}H_{16}O_6N_2$, fondent à 85° (bloc), $[\alpha]_D^{20}$ 40° (± 2°) ($c = 4$, méthanol). Nous avons rassemblé dans le tableau les constantes des *érythro* et *thréo* β-*p*-nitrophénylsérinates d'éthyle, $C_{11}H_{14}O_5N_2$, ainsi que celles de leurs chlorhydrates, $C_{11}H_{14}O_5N_2$, HCl. Le dédoublement du diastéréoisomère *thréo*, ainsi que la transformation de l'énantiomorphe L-(+)-*thréo* (II) en chloromycétine (I), seront décrits ultérieurement.

β-*p*-nitro-phényl-sérinate d'éthyle.		Base		Chlorhydrate			
		F (bloc).	$[\alpha]_D^{20}$, $c = 2$, dioxane.		F.	$[\alpha]_D^{20}$, $c = 4$, N HCl.
Érythro...	DL	115° (⁹)	–	DL	189-190° (⁹)	–
	D-(—) / L-(+)	102° (⁹)	42° (±4°)	D-(—) / L-(+)	167-168°	77° (±2°)
Thréo....	DL	147° (⁹)	–	DL	159-160° (⁹)	–
	D-(—) / L-(+)	153°	27° (±4°)	D-(+) / L-(—)	147-148°	21° (±2°)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réactions d'oxydation et d'halogénation allyliques de cyano-et carbéthoxy-cyclohéxènes.* Note (*) de MM. **Max Mousseron**, **Robert Jacquier** et **André Fontaine**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'influence des groupements CN et $CO_2C_2H_5$ dans des réactions d'oxydation et d'halogénation en série alicyclique a été mise en évidence. La nature du milieu réactionnel intervient également dans le cours des oxydations sélénieuses.

A. *Oxydation du cyano-1 cyclohéxène.* — Le cyano-1 cyclohéxène (I) [1] traité par $SéO_2$ dans l'anhydride acétique à l'ébullition, conduit au cyano-1 acétoxy-3 cyclohéxène, $É_{15}$ 140-145°, donnant par hydrolyse alcaline l'acide-alcool correspondant, $É_{15}$ 130-135°; F 31-32°. L'estérification et l'oxydation acétochromique de ce dernier donnent la carbéthoxy-1 cyclohéxène-1 one-3 (II*a*) $É_{15}$ 115°, Dinitro-2.4 phénylhydrazone (D. N. P.) F 201°. Si l'oxydation de (I) est effectuée dans le xylène à l'ébullition, on sépare la cyano-1 cyclohéxène-1 one-6 (III) $É_4$ 124-125°, D. N. P., F 201-201°,5 et le cyano-1 cyclohéxène-1 ol-3 (IV) $É_4$ 138-140°.

(III) traité par le N-diméthylformamide donne le cyano-1 N-diméthyl amino-6 cyclohéxène, $É_{20}$ 130°; picrate : F 158°, identique à l'amine obtenue en déshalogénant par la diméthylamine le cyano-1 dibromo-1.2 cyclohexane [2].

(⁹) Ces composés ont déjà été décrits.

(*) Séance du 1er décembre 1952.

(¹) Ruzicka, *Helv. Chim. Acta*, 9, 1926, p. 402.

(²) Mousseron et Winternitz, *Bull. Soc. Chim.*, 13, 1946, p. 608.

(III) a été hydrolysé puis estérifié en carbéthoxy-1 cyclohéxène-1 one-6 (II*b*); D. N. P., F 228-229° identique à celle préparée selon Kötz [3].

(IV) est oxydé par le mélange acétochromique en cyano-1 cyclohéxène-1 one-3 (V) $É_4$ 124-125°, D. N. P., F 196°, qu'un traitement au N-diméthyl formamide laisse inaltérée. Par hydrolyse alcaline de (V) et estérification de l'acide, on isole (II*a*).

L'hydrogénation de (IV) au nickel Raney (100 atm, 120°) donne 25 % d'aminométhylcyclohexane et l'aminométhyl-3 cyclohexanol (VI) $É_3$ 135-140°; F 50-52°; picrate : F 145-148°; styphnate : F 181°, conduisant par désamination nitreuse au méthylol-3 cyclohexanol *cis* [4].

L'oxydation acétochromique de (I) dans des conditions ménagées conduit à (III).

B. *Oxydation du carbéthoxy-1 cyclohéxène* (VII). — Dans l'anhydride acétique, $SéO_2$ transforme (VII) en un mélange d'acétates, $É_{15}$ 135-140°, en positions 3 et 6, identifiés par passage aux deux cétones (II*a*) et (II*b*). Dans le xylène, l'oxydation se produit uniquement en 3.

La cétone (II*a*) est seule obtenue par oxydation acétochromique de (VII)

C. *Halogénation des cyanocyclohéxènes*. — Par action de la diméthylamine sur le dérivé monobromé $É_1$ 105° obtenu en traitant (I) par le N-bromosuccinimide (N. B. S.) ou la N-bromodiméthylhydantoïne, on obtient un mélange, $É_{20}$ 120-122° de N-diméthylamino-3 cyano-1 cyclohéxène (VIII), picrate : F 171° et vraisemblablement de N-diméthylamino-3 cyano-3 cyclohéxène-1 (IX) : picrate F 136°.

Le dérivé bromé, obtenu en traitant (IV) par PBr_3, déshalogéné par la diméthylamine, donne (VIII), (IX) et un N-diméthylamino-3 cyano-4 cyclohéxène (X*a*) picrate : F 144°.

Dans les mêmes conditions que pour (I) le cyano-3 cyclohéxène [5] conduit aux deux N-diméthylamino-3 cyano-6 cyclohéxènes diastéréoisomères, picrates F 155° et 218-219° et le cyano-4 cyclohéxène [6] à la seule amine (X*b*), picrate F 181°, diastéréoisomère de (X*a*).

CN
OH
(IV)

CN
N
CH_3 CH_3
(VIII)

CN
N
CH_3
CH_3
(IX)

CN
N
CH_3
CH_3
[(X) *a* et *b*]

([3]) *Ann. Chem.*, 358, 1908, p. 199; *J. prakt. Chem.*, 80, 1909, p. 495.

([4]) Clarke et Owen, *J. Chem. Soc.*, 1950, p. 2108.

([5]) Mousseron et Winternitz, *Bull. Soc. Chim.*, 15, 1948, p. 80.

([6]) Petrov et Sopov, *Chem. Abstr.*, 42, 1948, p. 4957.

Le dérivé dihalogéné, provenant de l'addition du brome sur le cyano-3 cyclohéxène, traité par la diméthylamine, donne un mélange de (VIII), (X*a*) et (X*b*).

D. *Halogénation du carbéthoxy-1 cyclohéxène.* — Par actions successives du N. B. S. et de la diméthylamine, on isole le N-diméthylamino-6 carbéthoxy-1 cyclohéxène, $É_{20}$ 124-125°, picrate F 118°, également obtenu par traitement à la diméthylamine du carbéthoxy-1 dibromo-1.2 cyclohéxane.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Les esters aromatiques de l'acide hypochloreux.* Note de MM. **Léon Denivelle** et **Roland Fort**, présentée par M. Marcel Delépine.

Modes de préparation et description d'hypochlorites d'aryle.

C'est déjà en 1885 [1] que T. Sandmeyer a signalé l'existence des hypochlorites d'alcoyle qui apparaissent au cours de différentes réactions de chloruration des alcools, et sont préparés par action sur ceux-ci de l'acide hypochloreux. Dans la série aromatique par contre, la préparation des esters de l'acide hypochloreux, ArOCl, n'a pas encore été décrite. C'est par erreur, en effet, que certains auteurs [2] ont attribué la structure d'esters hypochloreux à des dérivés résultant de la perchloruration des phénols. Toutefois, dans un travail récent P. P. Shorigin et M. I. Gostev [3] établissent par l'étude du spectre Raman qu'un composé examiné par eux est l'hypochlorite de pentachlorophényle, mais ils ne donnent pour ce composé ni mode de préparation ni propriétés chimiques.

Ceci nous incite à signaler que nous avons réussi, dès 1948, à préparer des hypochlorites d'aryle en appliquant à des phénols substitués, une technique analogue à celle mise en œuvre par l'un de nous pour préparer les esters aromatiques des acides chlorosulfurique et chlorosulfureux [4].

Cette technique consiste à transformer les phénols en dérivés métalliques que l'on disperse au sein d'un milieu inerte, saturé de chlore à basse température.

Exemple. — Hypochlorite de pentachlorophényle : On sature de chlore à 0°, 800 cm³ de tétrachlorure de carbone anhydre et l'on introduit dans cette solution maintenue à 0° et sous agitation, une dispersion de 288,5 g (1 mol-g) de pentachlorophénate de sodium dans

---

(1) *Ber. Chem. Ges.*, **18**, 1885, p. 1768; **19**, 1886, p. 859-862.

(2) R. Benedikt, *Monatsch.*, 4, 1883, p. 231; L. Hugounenq, *Bull. Soc. Chim.*, (3), **2**, 1889, p. 806.

(3) *J. Phys. Chim. U. R. S. S.*, **24**, 1950, p. 938.

(4) M. Battegay et L. Denivelle, *Bull. Soc. Chim.*, **50**, 1932, p. 1195; *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 492.

400 cm^3 de tétrachlorure de carbone anhydre; un courant de chlore barbote dans la masse en réaction pendant toute la durée de l'opération. Lorsque celle-ci est terminée, on filtre le gel de chlorure de sodium et l'on concentre sous vide jusqu'à consistance sirupeuse; par addition d'éther de pétrole, il précipite une masse solide jaune foncé, qui est purifiée. L'hypochlorite de pentachlorophényle pur se présente sous la forme de cristaux jaune vif, F 51-52°; $É_{0,25}$ 116-118°.

Nous avons constaté par la suite que certaines méthodes utilisées dans la préparation des hypochlorites d'alcoyle permettent également d'obtenir des hypochlorites d'aryle lorsqu'on substitue aux alcools, des phénols ou leurs solutions dans un solvant inerte.

Exemple. — Hypochlorite d'α-chloro β-naphtyle : On secoue énergiquement dans une ampoule à décanter, pendant 2 mn, à une température inférieure à + 10°, 200 cm^3 d'une solution aqueuse de 0,06 mol-g d'acide hypochloreux, avec une solution de 0,045 mol-g d'α-chloro β-naphtol pur dans 200 cm^3 de tétrachlorure de carbone. Le solvant se colore intensément en jaune; après décantation, séchage et évaporation à basse température sous vide, il abandonne l'hypochlorite (huile jaune non distillable).

Enfin, d'une manière plus générale, il nous est apparu qu'on peut obtenir des hypochlorites d'aryle par action directe sur les phénols, de chlore ou d'agents chlorurants divers : acide hypochloreux, hypochlorites minéraux, hypochlorites d'alcoyle, chloramines.

Exemple. — Hypochlorite de trichloro 2.4.6-dibromo 3.5-phényle : On introduit lentement 18,5 g (0,05 mol-g) de trichloro 2.4.6-dibromo-3.5-phénol, dans une solution de 5,8 g (0,055 mol-g) d'hypochlorite de butyle tertiaire dans 10 cm^3 de tétrachlorure de carbone, portée à une température de 40° et agitée. Lorsque le phénol en suspension a complètement disparu, la solution est concentrée sous vide et le résidu est purifié par cristallisation de l'hexane. Cristaux jaunes, F 96-97°.

Les esters hypochloreux sont très instables lorsqu'ils dérivent de phénols dont les positions ortho ou para sont libres, ils se transposent en chlorophénols isomères. Cette transposition devient difficile à partir des dérivés 2.4.6-trisubstitués; c'est grâce à cela que nous avons pu préparer et isoler les hypochlorites correspondant au pentachlorophénol (A), au trichloro 2.4.6-dibromo 3.5-phénol (B), au pentabromophénol (C), au trichloro 2.4.6-xylénol 3.5 (D), au tétrachloro 2.3.4.6-phénol (E), au trichloro 2.4.6-métacrésol (F), au trichloro 2.4.6-phénol (G), au dichloro 2.6-para-amyltertiaire-phénol (H), à l'α-chloro β naphtol (I).

Tous ces hypochlorites aromatiques sont très solubles dans les solvants organiques; ils sont insolubles dans l'eau qui les hydrolyse très lentement; ils sont détruits instantanément par les solutions aqueuses alcalines. En présence d'iodure de potassium en milieu acide, ils libèrent quantitativement de l'iode, ce qui permet leur dosage. En présence de divers composés organiques : homologues du benzène, phénols, amines aromatiques, éthers-oxydes etc., ils manifestent des propriétés chlorurantes.

			Cl actif		Halogènes totaux			
			calculé.	trouvé.	Cl calculé.	Cl trouvé.	Br calculé.	Br trouvé [5]
A.	C_6OCl_6......	Crist. F 51-52°	23,58	24,08	70,75	70,60	–	–
B.	$C_6OCl_4Br_2$...	» F 96-97°	18,20	18,30	36,40	35,73	41,02	42,16
C.	C_6Br_6OCl...	» F 121-122°	13,56	13,90	6,78	5,34	76,48	78,52
D.	$C_8H_6OCl_4$...	» F 69-70°	27,31	27,50	54,61	53,76	–	–
E.	C_6HOCl_5....	Huile É$_1$ 116°	26,64	25,60	66,60	66,34	–	–
F.	$C_7H_4OCl_4$...	» non distil.	28,86	27,30	57,72	55,63	–	–
G.	$C_6H_2OCl_4$....	» É$_{0,5}$ 103°	30,60	27,62	61,20	60,60	–	–
H.	$C_{11}H_{13}OCl_3$...	» non distil.	26,54	–	39,81	39,74	–	–
I.	$C_{10}H_6OCl_2$....	» non distil.	33,33	33,20	33,33	32,85	–	–

GÉOLOGIE. — *Observations nouvelles lors des sondages récents de Pechelbronn* (Bas-Rhin). Note de M. **Edgar Casel**, transmise par M. Pierre Pruvost.

Les travaux de forage à grande profondeur, à l'Est de l'ancienne concession de Pechelbronn, en direction du Rhin, ont permis de relever de nouvelles observations stratigraphiques et paléogéographiques, qui complètent les données de l'importante Monographie de R. de Schnæbelé, J. O. Haas et C. R. Hoffmann [1]. J'en fais connaître ici l'essentiel.

a. Dans la région de Weitbruch, au Nord-Est de Brumath, un sondage a traversé, avant d'atteindre les couches de la Série Grise du Chattien, 94 m d'alluvions quaternaires dans lesquelles on peut distinguer de haut en bas :

11 m : sable ferrifère ;
42 m : sables rouge et jaune, plus clairs vers la base ;
12 m : argile grise et jaune ;
3 m : bois fossile ;
22 m : argile grise ;
4 m : conglomérat.

Le quaternaire de Pechelbronn avait peu attiré l'attention de mes prédécesseurs.

b. Dans la région de Roeschwoog, un sondage a rencontré les *Couches* dites *de Niederrœdern* entre les profondeurs 12 et 995 m. Constituées par des alternances de marnes bariolées et brunes, elles renferment des *Chara* et des Ostracodes d'eau douce. Sus-jacentes aux marnes à Cyrènes, elles représentent le Chatto-Aquitanien. Le sondage ayant été effectué au trépan, il me paraît prématuré de tenter une division stratigraphique dans l'en-

(5) R. Fort, *Chim. analyt.*, 34, 1952, p. 143-147.

(1) *Mém. Serv. Carte Géol. Als. et Lorr.*, n° 7, 1948.

semble de ces couches. Je signale seulement que leur partie moyenne est riche en nodules d'anhydrite et de gypse et que leur partie inférieure montre des interstratifications de bancs gréseux dont l'épaisseur oscille entre 0,5 et 3 m.

c. Dans la partie de l'Oligocène-Éocène, localement désignée *Zone dolomitique*, il a été possible de suivre, de sondage en sondage, un horizon salifère. Les dépôts lagunaires débutent à Rittershoffen par un banc d'anhydrite qui se transforme progressivement, en direction du Sud-Est, c'est-à-dire vers Soufflenheim, en un banc de sel gemme. La puissance de ce banc de sel passe, en allant du Nord-Ouest vers l'Est de Soufflenheim sur une distance de 3 km, de 10 à 60 m, pour atteindre près de 150 m à Roeschwoog. L'augmentation d'épaisseur de cette formation correspond à une subsidence du bassin de sédimentation.

d. Le *Bajocien supérieur*, représenté à l'Ouest de Haguenau par 35 à 40 m de calcaire oolithique (faciès classique d'Alsace), a été trouvé 15 km plus à l'Est, dans les régions de Roeschwoog et au Sud de Soufflenheim sous un faciès marneux. La puissance totale de l'étage, directement situé sous le niveau d'érosion Tertiaire-Secondaire, est de 50 m. De haut en bas, on observe : 3° 15 m de calcaire marneux à *Rhynchonella*; 2° 25 m de marnes calcaires à Belemnites, *Ostrea*, *Pecten*, *Rhynchonella* et Algues pyritisées; 1° 10 m de lumachelle à *Liostrea acuminata* et *Lima duplicata*. On est ici dans la région d'extension maximum occidentale du faciès souabe marneux du Bajocien supérieur.

e. Dans la région d'Ohlungen, un sondage profond situé à environ 8 km à l'Ouest de Haguenau a rencontré, à 1554 m, le socle hercynien représenté par une *diorite quartzique*. Le sondage avait traversé, avant d'atteindre le socle, environ 110 m de *Grès vosgien supérieur* (apparemment diminué d'épaisseur par le passage d'une faille de 250 m de rejet), 165 m de *Grès vosgien inférieur* et 210 m de *Permien* dont les 150 m supérieurs sont constitués par des grès et les 60 derniers mètres par des conglomérats à éléments de quartz, feldspaths et micas blancs et noirs.

LITHOLOGIE. — *Phénomènes de convergence dans la formation des grès anisométriques*, Note de M[me] **Marguerite Rech-Frollo**, présentée par M. Paul Fallot.

Les exemples de phénomènes de convergence sont assez nombreux en pétrographie. Un des plus beaux a été décrit par L. Cayeux pour les craies phosphatées du Nord de la France où la structure bréchoïde se réclame de cinq processus différents (1).

(1) *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 392.

Des phénomènes de convergence voisins se retrouvent dans la formation des grès anisométriques, c'est-à-dire dont les grains de quartz n'ont subi aucune sélection mécanique, et présentent des contours anguleux ou subanguleux.

La structure anisométrique est liée à des milieux sédimentaires variés et les grès, ou les sables non consolidés qui les précèdent, ne peuvent servir eux-mêmes de base à un diagnostic; il faut toujours prendre en considération le dépôt tout entier.

L'étude des phénomènes de convergence, dans ce cas, nous conduit ainsi à des considérations paléoocéanographiques du plus grand intérêt.

Actuellement, l'anisométrie des grains de quartz semble être l'exclusivité des alluvions déposées sur le continent ou entraînées à une certaine distance sous la mer.

Pourtant la mer elle-même, dans des conditions déterminées, peut donner naissance à des sédiments quartzeux où la morphologie des grains est identique à celle des alluvions. D'après L. Berthois, ce phénomène peut même être dû à deux causes différentes : soit à une érosion très faible ne se produisant qu'au moment des marées d'équinoxe (²), soit à une très grande jeunesse de matériel (Norvège) (³).

Dans les séries anciennes, trois formations gréseuses importantes sont caractérisées par une structure anisométrique. Ce sont : les grès houillers, le flysch et la molasse.

Chacun de ces dépôts s'est formé dans un milieu différent :

Grès houillers. — Ceux des formations limniques peuvent s'identifier aux grès fluviatiles, mais une partie de ceux des bassins paraliques (comme certains horizons du Stéphanien du bassin franco-belge, par exemple), se réclament d'un régime lagunaire.

Flysch. — Les grès anisométriques se forment dans un bassin marin soumis au régime d'orogenèse.

Molasse. — Ici, les grès anisométriques font suite à ceux du flysch, mais leurs conditions paléoocéanographiques de formation ne sont plus les mêmes; elles rappellent plutôt celles des grès anisométriques de certaines formations houillères paraliques, avec la grande différence, toutefois, que dans le cas de la molasse, les phénomènes postorogéniques jouent un très grand rôle.

Parmi les régimes sédimentaires actuels et anciens qui engendrent une anisométrie du quartz, le milieu continental est le plus homogène, en ce sens qu'il ne donne que des grès anisométriques à quelques exceptions près. C'est la raison pour laquelle d'ailleurs, on est si souvent porté à

(²) *Bol. Soc. Geol. Portugal*, VIII, 1949, p. 56.

(³) *Bull. Soc. Géol. Fr.*, VI, 1952, p. 19-27.

attribuer à des apports fluviatiles en milieu marin tout, ou presque tout sédiment gréseux ancien à caractère anisométrique. En réalité, la mer peut, sous l'influence de causes très diverses — marée d'équinoxe, jeunesse du matériel, régime paralique spécial, régime marin d'orogenèse, régime lagunaire postorogénique — avoir une action identique à celle des fleuves sur le matériel détritique. Cette action se traduit par *une ébauche de préparation mécanique seulement.*

On conçoit l'intérêt qu'offre aux pétrographes le problème ainsi posé : un vaste domaine d'exploration s'ouvre devant eux, pour déterminer, dans chaque cas envisagé, quelles ont été les causes qui, à un moment donné, ont créé des conditions fluviatiles en milieu marin.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Distinction de deux types d'avens sur les Plans de Canjuers (Var).* Note de M. **Philippe Renault**, transmise par M. Pierre Pruvost.

Avens de corrosion, creusés par dissolution pure, débouchant accidentellement en surface. Avens d'érosion, anciens avens de corrosion agrandis par érosion mécanique, débouchant toujours en surface.

De 1950 à 1952, l'Électricité de France a organisé plusieurs campagnes de prospection spéléologique pour préciser l'étanchéité de la retenue du futur barrage de Sainte-Croix du Verdon. Au cours des travaux, dirigés par M. Crosnier-Leconte, chef du Service Géologique et en collaboration avec MM. Decelle, Rast, Beranger, Pastor, nous avons été amené à distinguer deux types d'avens.

L'aven du premier type, en principe, ne s'ouvre pas en surface. Les avens du Puits (Coordonnées Lambert : 921,12×164,68) (1) et de la Nouguière n° 4 (C. L. : 921,82×161,50) furent découverts par élargissement à l'explosif d'une fissure du lapiaz. Les puits présentent une section horizontale anguleuse, avec lames rocheuses retenues par de minuscules pédoncules à des parois couvertes de cupules ou montrant des plaquages de brèches formées d'un ciment argileux contenant en suspension des blocs atteignant 20 cm d'arête.

L'aven du deuxième type s'ouvre toujours en surface. Le Grand Aven de Canjuers (C. L. : 920,24×163,06) commence par un entonnoir de 6×15 m. Les galeries sont accidentées de surcreusements et marmites de géant. Les parois montrent des érosions « en vague » (R. de Joly) attribuables au striage (2).

(1) Carte I. G. N. 1/50 000 en couleur, n° XXXIV-43 de Salernes.

(2) M. Lugeon, *Ann. Géogr.*, 23-24, 1915, p. 385-393 et R. de Joly, *Rev. Geo. Phys.*, 6, 1933, p. 66.

La genèse d'un aven du premier type peut être attribuée à un processus de dissolution pure. L'absence d'ouverture en surface et la présence de lames rocheuses et de brèches permettent d'éliminer l'érosion mécanique. La formation de l'aven est due à l'existence d'une zone fracturée à l'intérieur de laquelle le niveau aquifère oscille verticalement, la limite supérieure d'oscillation déterminant le sommet d'une cheminée.

Le deuxième type peut être considéré comme un aven de dissolution agrandi par érosion mécanique. Cette dernière se manifeste par les surcreusements de pied de cascade, par les galeries accidentées de petites marmites de géant, ou profilées en conduite forcée ([3]). Les grands puits de large section conservent un plan anguleux et leurs parois sont souvent couvertes de cupules.

Cette interprétation s'apparente à la « Two Cycle Theorie » de Davis ([4]) qui aurait baptisé les avens de corrosion « avens de network » et les avens d'érosions « avens de branchwork ». Nous rejoignons également une interprétation de A. Cavaillé ([5]), d'après laquelle les avens se forment dans la masse rocheuse et ne s'ouvrent au jour que tardivement. Cet ensemble cohérent d'interprétations nouvelles ne laisse plus qu'un intérêt historique à l'hypothèse d'E.-A. Martel assimilant la majorité des avens à de gigantesques marmites de géant, à l'exception de 10 % d'entre eux résultant simplement d'effondrements.

La nouvelle distinction apportée ici conduit à modifier cette nomenclature et permet de définir les avens d'effondrement, les avens d'érosion et les avens de corrosion. Cette nomenclature « génétique » repose sur des critères descriptifs précis.

Pratiquement, il est quelquefois difficile de classer, à première vue, un gouffre dans l'une de ces catégories. Chacun des types morphologiques définis ci-dessus correspond à la prédominance de l'un des trois mécanismes de creusement d'un aven. Localement, des variations de structure modifient les processus de creusement. Le Grand Aven de Canjuers, aven d'érosion, présente des secteurs où les marques de corrosion sont seules visibles et d'autres où les effondrements prédominent. Dans le cas d'une cavité de quelques mètres, l'interprétation restera hypothétique. Si l'aven est profond, un examen détaillé permettra toujours de déterminer la nature du mécanisme ayant joué un rôle prépondérant dans le creusement de la cavité.

([3]) P. Chevalier, *Rev. Géogr. Alpine*, 32, 1944, p. 475.

([4]) W. M. Davis, *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 41, 1930, p. 475-628.

([5]) A. Cavaillé, *Rev. Géogr. Pyr. et S. O.*, 7, 1936, p. 392-400.

GÉOPHYSIQUE. — *Effets de l'éclipse solaire du 25 février 1952 sur la région ionosphérique* F2 *en Afrique Équatoriale.* Note (*) de M. **Stéphane Estrabaud**, présentée par M. Pierre Lejay.

Divers documents, relatifs à l'ionosphère équatoriale, amènent à présenter la région F2 comme formée de deux « couches » distinctes, situées à des niveaux assez voisins pour s'interpénétrer largement (nous appelons ici ces deux « couches » composantes « X » et « G »). Le comportement de la région F2 au cours de l'éclipse de Soleil du 25 février 1952, révélé par des sondages effectués à Bangui (A. E. F., 4° Nord, 19° Est), vient confirmer cette façon de voir.

L'éclipse commence au sol à 7 h 3 m [1], est totale de 8 h 20 m à 8 h 23 m, terminée à 9 h 48 m. Elle est presque totale au niveau de F2. L'évolution est la suivante :

1° Vers 5 h, la croissance rapide de la fréquence critique, à mesure que le Soleil monte au-dessus de l'horizon, se ralentit brusquement, bien que les valeurs de fo F 2 ne sortent pas de la normale.

2° Du 1er au 2e contact (7 h-8 h 20 m environ), la fréquence critique décroît légèrement. Cette évolution se poursuit jusqu'à 8 h 30 m et la fréquence critique reste alors presque constante, quoique avec de petites variations, jusqu'à 10 h 20 m. A 8 h 30 m, foF2 est égal à 7,75 Mc/s au lieu de 8,90 (valeur médiane des 10 jours encadrant l'éclipse). La chute de fréquence critique, qui se produit habituellement d'environ 8 h 30 m à 10 h ne se produit pas ce jour-là et même, à 9 h 50 m, foF2 dépasse légèrement la médiane des jours de contrôle.

3° A 8 h 40 m, une nouvelle couche apparaît dans F1, avec une fréquence critique ordinaire d'environ 3,5 Mc/s. Elle se développe progressivement et, à partir de 10 h 20 m, elle occulte F2, dont elle prend la place *à titre définitif*. A 11 h, elle atteint la valeur habituelle de foF2 (8,5 Mc/s). On doit l'identifier avec la couche analogue (« nouvel F2 ») observée à Huancayo lors de l'éclipse partielle du 25 janvier 1944. Ces deux éclipses se ressemblent d'ailleurs étroitement.

4° La stratification révélatrice de la couche G, visible sur les sondages de 6 h 30 m, 6 h 40 m et 6 h 50 m, disparaît sur celui de 7 h et ne reparaît plus de la journée, alors qu'elle est normalement visible plusieurs heures par jour.

Les courbes donnant, pour diverses valeurs de la densité électronique, les hauteurs vraies en fonction du temps entre 10 h et 11 h prouvent que le

---

(*) Séance du 1er décembre 1952.

(1) Les heures sont exprimées en « Temps universel ».

retour à la normale est beaucoup plus rapide à la base du « nouvel F2 » que dans les régions élevées. Le calcul montre qu'alors la phase d'obscuration doit elle aussi montrer une inertie des régions supérieures, toujours en retard sur les inférieures. Cependant, entre 7 h et 8 h 10 m, la hauteur du maximum d'ionisation n'augmente pas, sans que cette discordance puisse être expliquée par un hypothétique abaissement de température, que les autres caractéristiques des sondages infirment. Il semble donc qu'il faille admettre que la région F2 soit constituée par deux composantes (« X » et « G »), partiellement interpénétrées, la composante inférieure subissant seule un effet d'éclipse appréciable. On assisterait donc aux phases suivantes :

1° État normal : X et G, mélangés, donnent l'apparence d'une couche épaisse, avec parfois une légère stratification.

2° Obscuration : l'ionisation de X décroît et X se fond dans G (7 h-8 h 20 m).

3° Début de la réillumination : l'ionisation de X reparaît et les régions basses de X se confondent avec F1 (8 h 20-8 h 40 m).

4° Fin de la réillumination : X se sépare de F1, et reprend progressivement son allure normale. L'évolution étant toujours plus rapide à la base qu'au sommet, le trou qui sépare X de G (et des résidus de X mélangés à G) ne se comble que lentement et les deux couches apparaissent nettement séparées (8 h 40-11 h).

Le peu de sensibilité de G à l'éclipse est manifeste. Entre le premier et le deuxième contact, foF2 décroît lentement, de 7 h 20 m jusqu'à environ 8 h 30 m. S'il s'agissait d'un phénomène optique, on devrait assister, entre le troisième et le quatrième contact, à *une remontée* plus ou moins progressive de cette fréquence critique. Or, il n'en est rien, et un effet possible de variation de température, qui masquerait cette remontée, ne cadre pas avec l'évolution de *h*'X. On est donc amené à admettre que l'effet de l'éclipse sur l'ancien F2, s'il existe, est terminé à 8 h 30 m, et peut être même à 7 h 20 m.

On peut rechercher la cause de cette insensiblité de l'« ancien F2 » à l'éclipse optique dans deux directions :

1° La couche G traduirait la présence d'une réaction chimique à recombinaison très lente, superposée, aux niveaux où G et X s'interpénètrent, à une réaction à recombinaison plus rapide mais à taux de production d'ions plus élevé.

2° L'ionisation « G » serait due soit à un rayonnement coronal, soit à un rayonnement corpusculaire.

Dans le cadre de la deuxième hypothèse, le petit accident de 5 h est peut-être significatif. S'il s'agissait d'une éclipse coronale, la zone active s'étendrait jusqu'à une distance du centre du Soleil égale à 4,5 fois le rayon

solaire, ce qui semble invraisemblable. L'hypothèse corpusculaire, plus satisfaisante, permet d'interpréter clairement certaines ressemblances ou dissemblances entre l'éclipse de Bangui et celle de 1944 à Huancayo. On peut en effet identifier l'accident de 5 h à Bangui avec celui de 7 h à Huancayo. Ceci admis, l'évolution de l'« ancien F2 » peut très bien s'expliquer en invoquant des corpuscules présentant une répartition des vitesses relatives analogue à Huancayo et à Bangui, mais anormalement rapides à Huancayo.

OCÉANOGRAPHIE. — *Coupes transversales de la Mer Rouge. Contribution aux théories de formation des récifs coralliens.* Note de M. **Wladimir Nesteroff**, transmise par M. Pierre Pruvost.

Les coupes transversales continues présentées ici ont été levées au sondeur ultra-sonore R. C. A. entre le 19e et le 25e parallèle Nord, par le bâtiment océanographique *Calypso* durant la campagne d'hiver 1951-1952.

La coupe K. L. M. (1), la plus intéressante, se décompose en deux parties remarquables.

Dans la région E, située à peu près au milieu de la Mer Rouge, un fossé central atteint une profondeur maxima de 2 240 m. Les versants de celui-ci paraissent disposés en marches d'escalier séparées par des abrupts (failles ?). Sur les coupes G. H. et I. J., on retrouve ce même fossé, qui apparaît aussi, au Nord et au Sud, sur les cartes marines.

La région Ouest est un plan incliné dans la partie médiane duquel s'observe un synclinal large de 35 km environ, dont la profondeur maxima atteint 640 m. Un seuil de 380 m de profondeur le sépare du fossé central.

Une telle disposition se conçoit facilement si l'on admet une subsidence du flanc Ouest du fossé central : ancien plateau continental, qui s'approfondit graduellement dans sa partie Ouest et se relève vers l'Est.

Du fond de ce synclinal s'élèvent dix pinacles de largeur variable, mais dont les parois sont absolument verticales.

Par comparaison avec des formes analogues du Sahul Shelf (2) et étant donné qu'on ne peut trouver à ces pinacles aucune autre origine, nous les

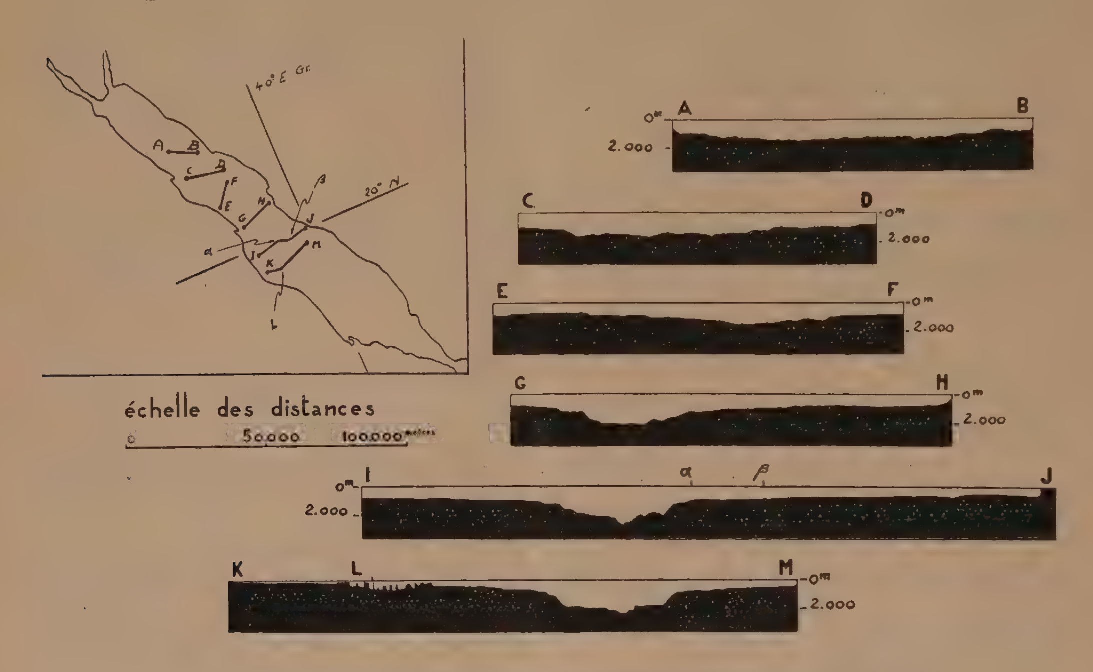
---

(1) *Position des points.* — A : L = 24°25′ N, G = 35°51′E; B (24°29′-37°04′,5); C (23°42′,5-36°11′); D (23°29′-37°27′); E (22°04′-36°55′); F (23°02′-37°43′,5); G (21°02′,5-37°42′); H (21°36′-39°01′,5); I (19°46′,5-37°40′); α (19°54′,5-38°50′,5); β (19°53′-39°06′); J (20°00-40°05′,5); K (18°56′-37°45′); L (18°59′,5-38°14′,5); M (19°29′-39°37′).

(2) Il est intéressant de rapprocher cette coupe du schéma des îles Adèle-Browse-Cartier du Sahul Shelf (C. Teichert, R. W. Fairbridge, *Geog. Rev.*, 38, n° 2, 1948, p. 222-249) qui, bien que moins complet et non continu, montre des phénomènes analogues.

avons interprétés comme des constructions madréporiques, bien qu'il nous ait été impossible d'y effectuer des prises d'échantillons.

La largeur de ces édifices varie de 0,4 à 4 km; sur les bords du synclinal, ils atteignent la surface, mais au centre ils s'arrêtent vers — 250 m.



Coupes transversales de la Mer Rouge. — Les profondeurs sont exagérées 5 fois.
Le carton indique la position des coupes.

Quelle que soit la cause de la subsidence, elle semble avoir eu pour conséquence un brusque développement des édifices coralliens qui sont bien plus élevés au centre du synclinal et sur ses flancs que sur la pente non déprimée du plateau continental. Les coraux paraissent avoir cherché à atteindre la surface; s'ils y parviennent sur les bords du synclinal, ils ont été gagnés de vitesse dans l'axe de celui-ci où une fois la profondeur vitale dépassée, la mort des madréporaires a figé les pinacles.

Il semble que cette coupe apporte un argument en faveur de la subsidence (³) et de l'instabilité tectonique dans les facteurs de développement des récifs coralliens, quel qu'ait pu être l'effet d'une oscillation du niveau marin dû à la rétention des eaux par les glaces comme l'avait avancé Daly (⁴).

La stratigraphie, par voie déductive, a souvent invoqué de tels phénomènes dans les mers du passé. Elle fait appel au gauchissement et à l'affais-

(³) Ch. Darwin, *Les récifs de corail, leur structure et leur distribution*, 1876.
(⁴) *Amer. J. Sc.*, (4), 30, 1915.

sement de certaines portions des plate-formes occupées par les mers épicontinentales, pour y expliquer l'accumulation des sédiments (5). Et, par exemple, au Crétacé inférieur, le mécanisme qu'elle invoque pour rendre compte des puissantes formations récifales (calcaires urgoniens) dans les Chaînes subalpines et le Jura, c'est-à-dire sur la plate-forme qui dominait l'avant-fosse alpine, rappelle de façon frappante ce que nous observons actuellement en Mer Rouge.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Variations quantitatives du phosphore total, du phosphore des acides ribo- et désoxyribo-nucléiques dans l'axe hypocotylé de* Phaseolus vulgaris *au cours de la germination normale, du jeûne glucidique après ablation des cotylédons et de la régénération cellulaire* (1). Note de MM. **Maurice Hocquette**, **Jean Montreuil** et **Serge Paul**, présentée par M. Roger Heim.

Maurice Hocquette et Victor Prudhomme ont précédemment décrit des aspects nucléaires dans l'axe hypocotylé de *Phaseolus vulgaris* L., soit pendant la germination normale, soit au cours du jeûne glucidique et des diverses étapes de la régénération cellulaire. Ils ont observé que les noyaux quiescents sont caractérisés, par rapport aux noyaux en interphase des méristèmes, par un enrichissement en substance chromatique, qui se manifeste par la formation des nucléoles et surtout d'amas chromatiques surnuméraires, et qui est en relation avec l'activité trophique des cellules. Ils ont constaté que le nombre de granulations et la masse de substance chromatique se trouvent réduits au minimum à la fin du jeûne glucidique et qu'ils deviennent relativement considérables pendant la croissance, sur un milieu saccharosé, au cours de la régénération cellulaire. Ils ont conclu que dans les axes hypocotylés issus de germination et dans ceux dont les cellules sont en régénération, l'accumulation de substance chromatique en granulations plus nombreuses que les chromocentres normaux marquerait l'hyperactivité de la synthèse protidique et pourrait correspondre à une localisation momentanée d'acide thymonucléique.

Nous avons effectué, par la méthode de W. C. Schneider modifiée pour être adaptée aux tissus végétaux, des analyses de phosphore total, de phosphore d'acide ribo- et d'acide désoxyribonucléique sur des axes hypocotylés aux mêmes stades de développement et placés dans les mêmes conditions que précédemment.

---

(5) M. Gignoux, *Géologie stratigraphique*, 5e édit., p. 4, fig. 1, 1950.

(1) Il est précisé que le « Phosphore total » correspond ici uniquement à l'ensemble du P des acides ribo- et désoxyribonucléiques (méthode de W. C. Schneider).

Chaque résultat d'analyse considéré se rapporte à 100 axes.

On constate d'abord que dans les axes hypocotylés isolés des embryons des graines, le phosphore de l'acide désoxyribonucléique représente le 1/15 environ du phosphore total et de celui de l'acide ribonucléique.

Dans les plantules produites en germination normale, cotylédons non détachés, sur eau distillée, les quantités de phosphore total des axes hypocotylés diminuent progressivement, mais très légèrement; elles ont baissé de 1/6 le 5e jour. Celles de l'acide désoxyribonucléique restent *constantes*, aux petites erreurs de dosage près.

Pour les axes hypocotylés séparés de la plantule, soumis au jeûne sur l'eau distillée pendant 7 jours, puis à une nutrition glucidique sur une solution de saccharose pendant 48 h et, enfin, placés de nouveau pendant 4 jours sur eau distillée, la quantité de phosphore total diminue comme précédemment d'une façon continue, mais beaucoup plus marquée (du tiers en 5 jours) et il ne reste, à la fin de l'expérience, que 1/8 du phosphore existant à l'origine. Cependant, au début de la nutrition glucidique (7e à 8e jour), la quantité de phosphore total semble se stabiliser momentanément. Le phosphore de l'acide ribonucléique subit des fluctuations parallèles à celles du phosphore total. Enfin, la quantité de phosphore de l'acide désoxyribonucléique reste *constante*, avec les mêmes réserves que précédemment.

Par conséquent, quelles que soient les conditions physiologiques envisagées où se trouvent placés les axes hypocotylés, le taux du phosphore total ou du phosphore de l'acide ribonucléique diminue régulièrement alors que celui de l'acide désoxyribonucléique se maintient à la même valeur. L'apport de glucides après le jeûne retarde seulement et provisoirement la diminution du taux du phosphore total et du phosphore ribonucléique.

Les résultats de ces analyses biochimiques font apparaître une consommation rapide de l'acide ribonucléique pendant le jeûne, une destruction de protides phosphorés vivants cytoplasmiques et nucléolaires.

Les phénomènes d'anabolisme et de catabolisme provoqués montrent la grande vulnérabilité de l'acide ribonucléique dans la dénutrition, mais aussi l'invulnérabilité de l'acide désoxyribonucléique. Ils montrent, d'autre part, le maintien du taux de cet acide en période de nutrition. La constance de ce taux en dépit des modifications du métabolisme apparaît ainsi comme un caractère cellulaire fondamental.

Mais si l'on compare ces résultats chimiques aux observations cytologiques, on est amené à opposer la stabilité de l'acide désoxyribonucléique aux phénomènes de lyse et de synthèse protidiques observés morphologiquement et cytologiquement : diminution ou augmentation du nombre et de la masse des amas chromatiques dans le noyau quiescent. En consé-

quence, il faudrait peut-être admettre que l'acide désoxyribonucléique, sans se transformer, interviendrait dans l'élaboration et participerait même momentanément à la constitution de la substance chromatique mise en évidence par les méthodes cytologiques et constituant des masses qui correspondent aux prochromosomes normaux, prochromosomes surnuméraires et globules chromatiques de tailles diverses.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la croissance des plantes virosées. II : Influence des facteurs d'environnement.* Note de M. **Jean Pavillard**, présentée par M. Raoul Combes.

L'instauration du nanisme se fait en deux temps : un premier, spécifique de l'activité du virus, débute avec la première apparition des symptômes; le second est conditionné par les facteurs d'environnement.

Une Note précédente ([1]) a montré que, chez des Tomates infectées expérimentalement avec le virus de la Mosaïque du Tabac, *avant que la panachure typique soit décelable*, on enregistrait un ralentissement de la croissance accompagné d'une diminution sensible de la teneur en auxine. La durée de l'incubation et les symptômes étant fonction de la saison, l'âge des plantes lors de l'inoculation pouvant également intervenir ([2]), il importait de vérifier que dans des conditions expérimentales différentes on obtiendrait les mêmes résultats.

Suivant le mode opératoire décrit ([1]), j'ai réalisé quatre séries d'expériences avec des plantes issues du même lot de graines de Tomate « *Merveille des Marchés* » et le même stock de virus de la Mosaïque du Tabac :

1 (21 mars-24 avril 1952) : 6	feuilles étalées;	inoculation	6e	feuille;		
2 (22 mars-24 avril 1952) : 3-4	»	»	3e	»		
3 (5 mai-22 juin 1952) : 7	»	»	7e	»	[*voir* ([1])];	
4 (16 juin- 6 juillet 1952) : 4	»	»	4e	»		

Les séries 1 et 2, *au début du printemps*, présentaient des réductions considérables des limbes néoformés avec production de « feuilles filiformes » ([3]) et mosaïque peu visible. En *début d'été*, les séries 3 et 4 n'ont montré qu'une faible réduction des surfaces assimilatrices avec, par contre, une panachure très accentuée.

Dans les séries 1 et 2, la différence de taille entre plantes saines et plantes

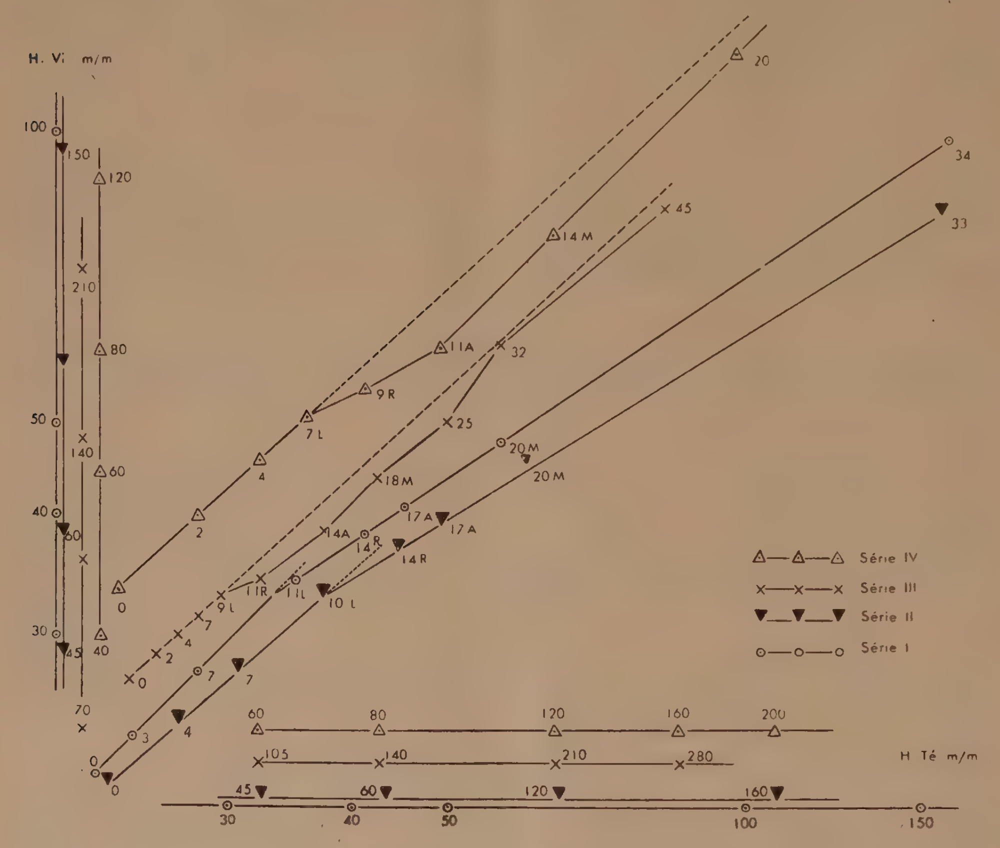
---

([1]) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 87.

([2]) G. Ainsworth, *Ann. Appl. Biol.*, 20, 1933, p. 421-428; J. Caldwell, *ibid.*, 21, 1934, p. 206-224.

([3]) Heuberger et Norton, *Univ. Maryland. Agric. Exp. Sta. Bull.*, 345, 1933, p. 447-486.

virosées s'accroît constamment avec le temps; dans les séries 3 et 4, la différence de taille atteint rapidement une valeur maximum, les deux lots croissant ensuite parallèlement.



L : apparence légèrement anormale; R : premiers symptômes typiques = rugosité des jeunes feuilles; A : aggravation, malformations foliaires importantes au printemps; M : panachure mosaïque.

La figure réunit les courbes de croissance comparée, chaque courbe exprimant pour une série déterminée les variations du rapport *hauteur des plantes virosées/hauteur des témoins*, en coordonnées logarithmiques ([4]). On constate l'existence de *deux groupes* distincts :

a. Séries 1 et 2 : une *seule* rupture de pente en L, premier stade décelable de la maladie, montre qu'à ce moment la vitesse de croissance des plantes virosées change brusquement et définitivement de valeur.

b. Séries 3 et 4 : après un décrochement sensiblement parallèle à celui du premier groupe au même point L, une *restauration* s'effectue plus ou moins totalement en A; la croissance, ralentie à l'apparition des premiers symptômes, retrouve son rythme initial.

([4]) Fardy, Schwartz et Cuzin, *Ann. Inst. Exp. Tabac Bergerac*, 1, 1950, p. 63-77.

On doit donc considérer, dans l'instauration du nanisme des plantes virosées, au moins deux phases :

1° *Une phase initiale* très précoce, correspond au moment où, le virus ayant achevé son expansion, les premiers symptômes apparaissent. La vitesse de croissance diminue sensiblement et de façon analogue dans toutes les séries *indépendamment des conditions expérimentales* et de l'âge des plantes inoculées.

2° Par la suite, *en fonction de la réduction de la surface assimilatrice* développée depuis le moment où le virus s'est installé dans le bourgeon terminal, on assiste soit à une *restauration* du rythme normal de croissance (*b*), soit à la persistance du rythme ralenti (*a*). *Cette deuxième phase du nanisme*, qui peut se confondre avec la continuation de la première phase (groupe *a*), est *entièrement conditionnée* par les *facteurs écologiques* tels que lumière et température qui régissent les modalités d'action des virus. Il n'est pas exclu de penser qu'en agissant convenablement sur ces facteurs on puisse, à volonté, passer d'un type de nanisme à l'autre.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Fixation et coloration extemporanée du chondriome à l'aide d'un réactif à l'orcéine trichloracétique.* Note de M. **Guy Deysson**, présentée par M. René Souèges.

Un réactif à l'orcéine trichloracétique permet la coloration directe du chondriome, sans différenciation. Il peut être utilisé pour l'étude du chondriome des cellules méristématiques au moyen d'une technique par dissociation, aussi simple que les techniques d'étude des chromosomes à l'aide de solutions acétiques de colorants.

On connaît le succès des techniques rapides d'étude du noyau et de la mitose par dissociation des cellules, permettant, avec un minimum de manipulations, l'étude des chromosomes dans des cellules entières; ces techniques sont à l'origine de beaucoup de recherches modernes de cytologie expérimentale. Mais, tous les réactifs proposés (réactifs au carmin de Belling, à l'orcéine de La Cour, etc.) renferment une forte proportion d'acide acétique et bouleversent, par conséquent, la structure du cytoplasme, détruisant, en particulier, le chondriome. Pour l'étude de celui-ci, on était donc obligé de continuer à utiliser des techniques longues et ne présentant pas une sécurité absolue (techniques de Regaud, d'Altmann, etc.).

Cherchant à réaliser la fixation et la coloration du chondriome dans des conditions comparables à celles qui permettent l'étude des chromosomes, nous avons pu obtenir des résultats satisfaisants en utilisant l'acide trichloracétique. Les recherches de Mascré ([1]) ont établi, en effet, qu'une

([1]) M. Mascré, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 866 et 188, 1929, p. 811.

solution d'acide trichloracétique à 2 %, employée en même temps que le formol, permet une bonne fixation des chondriosomes, bien que le pH de cette solution soit très acide.

1. Un réactif préparé en dissolvant, par trituration au mortier, 1 % d'orcéine dans une solution d'acide trichloracétique à 20 %, permet, très facilement, de mettre en évidence le chondriome qui, fixant fortement l'orcéine, apparaît presque coloré en noir. La coloration peut être effectuée rapidement, en chauffant modérément; nous avons obtenu aussi d'excellents résultats à froid : dans ce cas, le chondriome, déjà visible après 2 h de coloration, est particulièrement net après 24 h. Bien que nous ajoutions à notre réactif, au moment de l'emploi, 1/10e d'acide chlorhydrique N, la dissociation des cellules est moins aisée qu'avec l'orcéine acétique; elle permet cependant d'obtenir, dans de nombreuses régions de la préparation, un étalement d'épaisseur unicellulaire. Un autre réactif, préparé avec une solution d'acide trichloracétique à 5 %, nous a donné de moins bons résultats.

2. Le réactif précédent, s'il colore parfaitement le chondriome, a l'inconvénient d'altérer le cytoplasme qui apparaît granuleux et assez sombre. Nous avons essayé d'y remédier par une fixation préalable et nous avons obtenu de bons résultats avec le formol neutralisé. La coloration du chondriome est alors identique, mais l'aspect général de la préparation est nettement meilleur : le cytoplasme est moins foncé, moins grossièrement coagulé; les contours du noyau sont beaucoup plus nets et les mitoses sont facilement reconnaissables. La solution officinale de formol doit être utilisée diluée (de 20 à 5 %); un contact de 30 mn est suffisant, mais il peut être prolongé sans inconvénient jusqu'à 24 h. Nous avons aussi obtenu des résultats très satisfaisants avec une solution saturée de chlorure mercurique qui, d'après les travaux récents de Policard, Bessis et Bricka [2], serait un des meilleurs fixateurs du cytoplasme. Enfin, on peut pratiquer également la coloration à l'orcéine trichloracétique après action de fixateurs complexes, par exemple, après fixation de 30 mn dans le mélange 2BE de La Cour [3].

3. Les techniques précédentes, établies sur les méristèmes radiculaires d'*Allium Cepa* L., ont été essayées sur l'Orge, le Chanvre, le Sarrasin, le Lupin, la Lentille, le Pois, le Carthame; dans tous les cas, les colorations ont permis d'observer de nombreux chondriocontes, aussi bien pendant les différents stades de la mitose que dans les cellules en intercinèse. L'orcéine trichloracétique est également utilisable pour la colora-

---

(2) A. Policard, M. Bessis et M. Bricka, *Bull. Microsc. appl.*, 2, 1952, p. 29.

(3) L. La Cour, *Bot. Rev.*, 3, 1937, New-York, p. 241.

tion sur lames de coupes de méristèmes fixés au formol, mais nous n'avons réussi, jusqu'à présent, à conserver cette coloration qu'en milieu aqueux.

Conclusions. — Il est possible d'étudier le chondriome des méristèmes radiculaires sans effectuer de coupes, de la manière suivante : les extrémités des racines sont fixées pendant 30 mn dans une solution de formol neutralisée diluée à 5 %, ou dans une solution saturée de chlorure mercurique, puis colorées, de préférence à froid, pendant 24 h, dans une petite capsule contenant 1 ml d'orcéine trichloracétique additionnée, au moment de l'emploi, de 0,1 ml de ClH normal. Les méristèmes sont ensuite dissociés entre lame et lamelle dans une goutte de colorant; les préparations, lutées à l'aide du lut de Rondeau du Noyer (colophane 20, lanoline 80) se conservent pendant plusieurs semaines. Nous pensons que, si elle n'est pas destinée à remplacer la méthode de Regaud pour l'étude cytologique fine du chondriome, cette technique pourra rendre de grands services en cytologie expérimentale; elle a l'avantage d'être très simple, rapide et très fidèle.

PALÉOBOTANIQUE. — *La flore interglaciaire à* Rhododendron ponticum *L. de Barraux dans la vallée de l'Isère, entre Grenoble et Chambéry.* Note de MM. **Georges Depape** et **Franck Bourdier**, présentée par M. Roger Heim.

Depuis le lac du Bourget jusqu'à la région de Chapareillan, où la cluse de Chambéry rejoint l'Isère, des banquettes de graviers fluviatiles pouvant atteindre 50 à 60 m d'épaisseur bordent les flancs des vallées.

Ces graviers, inclus entre deux dépôts morainiques, contiennent des charbons feuilletés (tourbes comprimées) dont l'analyse pollinique, faite par MM. Gourc et Lemée, d'après nos échantillons, confirme les données de la stratigraphie. En effet, dans les couches supérieures et inférieures, proches des sédiments glaciaires, apparaît une flore pauvre en espèces sylvatiques, où le pin domine, flore comparable à celle bien connue de la dernière période glaciaire.

Entre les deux couches « froides », des bancs intermédiaires témoignent d'une flore plus variée et certainement plus tempérée, avec l'Aulne, le Chêne, le Tilleul, le Noisetier et le Charme. Cependant, par leur diagramme pollinique, ces couches « tempérées » correspondent aux tourbes qui, dans le massif de Belledonne, sont à une altitude de 5 à 600 m plus élevée [1]. La question se pose de savoir si les charbons feuilletés correspondent à un interstade wurmien selon l'interprétation ancienne de Penck [2] où s'ils

(1) G. Lemée, *Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble*, **29**, 1951, p. 165-180; J. Becker, *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 762.

(2) *Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble*, 7, 1907, p. 208.

représentent, selon l'interprétation adoptée par l'un de nous, une formation interglaciaire Riss-Würm (³).

Le Buis, cité en faveur de l'âge interglaciaire des charbons, d'après des empreintes foliaires, n'a jamais été retrouvé dans les analyses polliniques qu'il faut donc compléter par l'étude de documents macroscopiques.

Or, l'un de nous (F. B.), a découvert en 1937 un gisement de feuilles et de fructifications bien conservées, dans le ravin du Furet, au pied du fort de Barraux, dans la vallée de l'Isère, à 5 km en aval de Chapareillan, Les empreintes sont contenues dans une lentille de limon fluviatile interstratifiée dans une nappe de galets roulés. Cette nappe repose sur un dépôt glaciaire typique et elle est ravinée par les moraines du dernier glacier venu dans la vallée.

Les empreintes, étudiées par l'un de nous (G. D.), sommairement en 1939, et de façon plus détaillée maintenant. se rapportent aux espèces suivantes :

Abies pectinata D. C., feuilles et bractées de cône.
Carpinus Betulus L., feuilles.
Alnus incana D. C.; *A. glutinosa* Gaertn.; *A. viridis* D. C., feuilles et fructifications.
Betula sp., fructifications.
Buxus sempervirens L., feuilles.
Acer sp. cf. *pseudoplatanus* L., samare et feuilles.
Tilia sp. cf. *sylvestris* Desf., bractée florale.
Rhododendron ponticum L., feuille.

La flore de Barraux montre indiscutablement la présence du Buis et révèle, pour la première fois en France, l'existence de *Rhododendron ponticum* L. Cette espèce ne se rencontre actuellement que dans des stations très disjointes (nord de l'Asie Mineure, Balkans, sud de l'Espagne et du Portugal).

Les Aulnes et le Charme ont laissé les débris les plus abondants; viennent ensuite le Sapin et le Buis. L'ensemble indique un climat comparable à l'actuel, mais sans doute plus humide, si l'on se réfère aux conditions optimum que demandent le Sapin, les Aulnes, le Charme, le Sycomore, le Tilleul, *Rhododendron ponticum* et le Buis lui-même; de celui-ci, Lenoble et Broyer ont précisé les exigences de sol, de température et d'humidité; le Buis est moins thermophile et xérophile que l'on ne l'admet généralement (⁴). De son côté, *Rhododendron ponticum* a son optimum de développement à l'Est de la Mer Noire où la moyenne annuelle de pluies atteint 2 356 mm.

(³) F. Bourdier, *Études Rhodaniennes*, **15**, 1939, p. 101.
(⁴) *Bull. Soc. Bot. de France*, **92**, 1946, p. 118-131.

L'extension de *Rhododendron ponticum*, avant la dernière glaciation, avait été beaucoup plus grande en Europe. On le connaît dans les dépôts interglaciaires du versant italien des Alpes, à Pianico-Sellere, où il est associé à une faune à *Rhinoceros Mercki*. En Autriche, la célèbre brèche de Hötting près d'Innsbrück, interstratifiée entre deux moraines, contient le *Rhododendron ponticum* associé au buis; elle a été datée, selon les auteurs, du Mindel-Riss ou du Riss-Würm, voire même d'un peu vraisemblable « interstade aurignacien » inter-Würm.

En Suisse, à notre connaissance, le *Rhododendron ponticum* n'a jamais été signalé; mais la très riche flore des charbons feuilletés, où la plupart des espèces de Barraux se retrouvent, indique un climat tempéré. L'*Elephas antiquus* et le *Rhinoceros Mercki*, disparus de France au début du dernier âge du Renne, découverts dans les charbons feuilletés de la Suisse, permettent de dater ceux-ci, et par analogie nos lignites, du dernier interglaciaire.

En conclusion, les charbons feuilletés et les sédiments qui leur sont associés, en Suisse et dans les Alpes françaises, apparaissent comme des formations franchement interglaciaires d'après la flore, la faune et la stratigraphie. Les données de la flore ne permettent pas d'affirmer que le climat était alors plus chaud que l'actuel. Était-il plus continental ou plus océanique ? Certaines analyses polliniques, d'après Lüdi, semblent en faveur d'un climat continental; par contre, l'étude macroscopique des végétaux, soit par Gams [5], soit par nous-mêmes, ferait admettre, du moins pour la période optimum de cet interglaciaire, un climat plutôt océanique.

PALÉOBOTANIQUE. — *Sur la signification des structures généralisées chez les Coniférales et la valeur des Protopinacées en tant que groupe.* Note de **M. Louis Grambast**, présentée par M. Roger Heim.

Nous avons eu l'occasion de trouver un bois de *Juniperoxylon* de l'Éocène inférieur du Bassin de Paris dont les ponctuations des trachéides, disposées fréquemment en groupes étoilés ou suivant le mode bisérié opposé écrasé, correspondent au type « généralisé », intermédiaire entre le type araucarioïde écrasé alterné, généralement plurisérié, et le type abiétoïde espacé bisérié opposé.

D'après R. Kräusel, de telles structures caractérisent les bois du groupe des Protopinacées. Pour cet auteur, celles-ci sont toutes d'âge mésozoïque, presque uniquement jurassique et crétacé et « représentent précisément, d'après leur structure anatomique et leur apparition dans le temps, un groupe unique et particulier qui, par conséquent, a une signification importante pour l'histoire des Conifères » [1].

---

(5) *in* A. Jeannet, *Beitr. z. geol. der Schweiz, Geotechn.*, sér., 7, 1923, p. 331-352.

(1) *Palæontographica*, 89, B, 1949, p. 102, Stuttgart.

On peut citer d'autres exemples de bois à structure de Protopinacée ne provenant pas du Jurassique ou du Crétacé. Ainsi on ne peut nier que le bois secondaire des Pityacées, de *Callixylon* (Dévonien inférieur) surtout, ne corresponde à la définition, vague d'ailleurs, des structures généralisées. Cette correspondance devient encore plus étroite pour de nombreux genres de Pityacées du Permo-Trias des territoires de Gondwana. Le *Cedroxylon varollense* Renault du Permien inférieur d'Autun se rapproche de certaines formes considérées comme des Protopinacées typiques. De même, le *Cedroxylon salisburioides* du Miocène de Silésie décrit par Kräusel lui-même, qui le considère comme une forme pathologique, présente une structure du type généralisé. De telles dispositions existent chez certains Conifères actuels. I. W. Bailey (²) les a mises en évidence chez les Pinacées (*Cedrus*, *Keteleeria*). Elles sont encore plus fréquentes chez les Podocarpacées (*Dacrydium*, *Acmopyle*, *Podocarpus*) et surtout chez *Saxegothæa*.

Si les Coniférales actuelles dérivent, comme on l'admet, d'ancêtres qui au Paléozoïque ont présenté très généralement une disposition plus ou moins araucarioïde, elles ont dû, avant d'arriver à la structure moderne que l'on trouve réalisée dans presque tous les bois tertiaires, traverser un état intermédiaire généralisé, et cette évolution semble s'être nécessairement déroulée principalement au Mésozoïque pour la plupart des lignées. Cette structure généralisée, pas plus que la répartition dans le temps, ne peut donc permettre de considérer les Protopinacées comme un groupe systématique défini et homogène.

En outre, le fait qu'à une même période on observe côte à côte des bois à structure généralisée et des bois du type moderne ne peut être impliqué comme preuve de l'indépendance des Protopinacées. Il est très évidemment possible qu'à un moment déterminé deux lignées distinctes se trouvent à des degrés d'évolution différents et, de même, que dans une seule lignée certains rameaux soient restés à un état d'évolution inférieur à d'autres. Bien plus, un même individu présentant des parties conservatrices et d'autres évoluées peut fournir des échantillons de bois des deux types. C'est le cas actuellement pour *Cedrus*.

On ne peut donc voir dans les structures généralisées que le témoignage d'un stade d'évolution des Coniférales, certaines formes actuelles conservant des traces de cet état ancien. Les Protopinacées, caractérisées par ces structures, n'appartiennent pas à un groupe phylogénétique spécial et homogène, mais constituent un groupe horizontal, comme chez les Angiospermes les Homoxylées. On doit donc les considérer, comme

(²) *Ann. Bot.*, 47, 1933, p. 145-158, London.

Gothan (³) l'a fait dès qu'il les eut découvertes, comme des « formes de transition ».

En conclusion, on peut dire que si les Protopinacées ont bien une extrême importance dans l'histoire des Conifèrales, c'est non pas comme groupe particulier, mais comme ensemble hétérogène correspondant à un stade d'évolution qui renferme, à côté de formes éteintes sans descendance, les souches des Conifèrales actuelles.

PHYSIOLOGIE. — *Action des ultrasons de haute fréquence sur le système nerveux*. Note (*) de MM. **René-Guy Busnel**, **Jovan Gligorijevic**, **Paul Chauchard** et Mme **Henriette Mazoué**, présentée par M. Robert Courrier.

L'emploi des ultrasons en thérapeutique se répand de plus en plus, alors que la connaissance de leur mode d'action sur l'organisme est encore limitée (¹). Il a paru intéressant de rechercher par la chronaximétrie la sensibilité du système nerveux aux ultrasons de haute fréquence.

Techniques. — Sur le Rat normal ou anesthésié, la Grenouille intacte ou à centres détruits, nous avons mesuré par la technique habituelle les chronaxies motrices périphériques d'extension et de flexion des orteils ou des doigts, en excitation percutanée, avant et après application des ultrasons soit au point de mesure, soit à distance sur la peau, le trajet du sciatique ou les centres (moelle et cerveau).

On a utilisé un générateur d'ultrasons de 1 MHz et dont la tête vibrante en forme de tronc de cône avait une surface d'émission de 0,45 cm². Pour déterminer certains seuils d'action, nous avons réduit cette surface à 0,11 cm². La puissance effectivement dissipée sur ces surfaces, mesurée par la méthode calorimétrique, pouvait varier de 0,18 à 14,5 W/cm². Les ultrasons ont été appliqués sur la peau épilée soit dans l'air avec un couplage d'huile de paraffine, soit dans l'eau, l'organe traité baignant dans une cuve à la température de l'animal; dans quelques cas l'application a été faite directement sur le nerf où la moelle mis à nu, le facteur de couplage étant du sérum physiologique.

Résultats. — 1° *Effet direct.* — L'application des ultrasons à doses faibles au point de mesure, que l'animal soit éveillé ou non, les centres intacts ou détruits, le nerf séparé des centres par section ou normal, provoque toujours une diminution de chronaxie, signe d'excitation latente, ne s'accompagnant en général d'aucun signe clinique. La sensibilité est grande : chez le Rat, en application percutanée, le seuil est obtenu pour 1,29 W/cm² pendant 10 à 15 s, chez la Grenouille sur le sciatique à nu, le seuil est de 0,18 W/cm² pendant 3,5 s. La variation de chronaxie, faible et peu durable au seuil, atteint rapi-

---

(³) *K. Svenska Vet. Akad. Handl.*, 42, n° 10, 1907, p. 27, Stockholm.

(*) Séance du 10 novembre 1952.

(¹) R. G. Busnel, *Traité de Pathologie chimique*, Masson, 1952.

dement, quand on augmente la dose, une valeur et une durée caractéristiques; sur le Rat, les chiffres normaux de 20-40 (en capacités chronaxiques mμF) tombent à 10-12, le retour à la normale demandant 15 à 20 mn. Pour des doses plus fortes, amplitude et durée augmentent, mais tendent vers un maximum qui n'est pas dépassé. L'augmentation du temps d'application agit dans le même sens, mais de façon moindre que celle de la puissance.

2° *Effet réflexe.* — La même variation de chronaxie avec le même seuil est obtenue si l'application des ultrasons est faite à distance du point de mesure sur le trajet des fibres sensitives correspondantes : par exemple sur la plante du pied ou à la partie haute de la cuisse, en regard du sciatique, les mesures étant faites au voisinage du genou. Mais alors la section du nerf en amont supprime le phénomène; celui-ci dépendait donc d'une excitation réflexe des fibres sensitives, mettant en jeu, au niveau de la moelle, la régulation de subordination des chronaxies motrices

Ce processus réflexe se manifeste également sur le Rat anesthésié. Il est de même ordre que la métachronose obtenue par L. et M. Lapicque et V. Bonnet par stimulation des nerfs centripètes ([2]).

Au voisinage du seuil, le changement de chronaxie ne porte que sur la patte traitée; pour des doses plus grandes, une action identique est obtenue sur les chronaxies motrices de la patte opposée.

3° *Action sur la moelle.* — Les centres médullaires peuvent aussi manifester leur sensibilité propre : si l'application est faite sur la moelle soit à travers peau et vertèbre, soit à nu, on obtient la même métachronose motrice de subordination, disparaissant après section, mais subsistant sous anesthésie ou après séparation des centres supérieurs. Le phénomène se manifeste également sur les deux côtés. Le seuil est plus bas que pour les nerfs; l'amplitude de la métachronose étant alors maxima (6 mμF); on l'obtient pour la moelle à nu avec 0,18 W/cm^2 $\times$ 15 s (Rat) et 0,18 W/cm^2 $\times$ 10 s (Grenouille). Si l'application a lieu au niveau des origines du sciatique, les pattes antérieures ne sont pas touchées; si elle est faite au niveau de la ceinture scapulaire, le phénomène y prédomine, mais il se manifeste plus faiblement sur les pattes postérieures. Dans les points intermédiaires l'effet augmente sur le membre dont on se rapproche. La galvanisation médullaire ([3]) n'a pas une telle électivité d'action.

4° *Action sur l'encéphale.* — L'application des ultrasons sur le haut du crâne provoque la même métachronose de subordination mais généralisée à toutes les pattes et disparaissant non seulement par section de nerfs ou de la moelle, mais aussi par l'anesthésie. Le seuil (Rat) est de 3 W/cm^2 $\times$ 20 s. Il s'agit ici d'une mise en jeu du centre mésencéphalique de la subordination.

([2]) L. et M. Lapicque et V. Bonnet, *Ann. Physiol.*, **11**, 1935, p. 987.

([3]) P. Chauchard, *Revue Scientifique*, **83**, 1945, p. 89.

On peut donc conclure que le système nerveux (tant les nerfs moteurs que sensitifs, les centres médullaires et encéphaliques), montre une grande sensibilité vis-à-vis des ultrasons ; les modifications fonctionnelles mises en évidence, pour des doses d'ultrasons qui ne produisent apparemment aucune lésion, peuvent entrer en jeu pour l'explication des effets thérapeutiques.

PHYSIOLOGIE. — *L'enzyme catalysant l'oxygénation de l'hémoglobine.*

Note de M. J. André Thomas et Mme Annette Alfsen-Blanc, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Le facteur enzymatique, d'origine pulmonaire, qui catalyse la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine a été relativement purifié et lyophilisé. Son activité est encore notable après un mois. Il s'agit vraisemblablement d'un enzyme agissant sur la globine et comportant peut-être un métal actif. Nous proposons, à titre provisoire, de le nommer *globine-oxydase*.

Le facteur enzymatique qui intervient dans la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine [1] a été obtenu soit à partir du parenchyme pulmonaire, soit du myocarde de Vache, avec la fraction succinodéshydrogénase. Il s'inactivait en quatre jours.

De cette fraction, nous avons isolé une part qui, ajoutée *in vitro* à du sang jugulaire de Cheval, en augmente la saturation en oxygène, par rapport au sang témoin, dans les mêmes conditions de faible oxygénation par barbotage d'oxygène.

1° A un stade de purification peu poussée des extraits agissant sur l'oxygénation de l'hémoglobine, l'activité de l'extrait pulmonaire est légèrement supérieure à celle de l'extrait cardiaque (tableau I). De même, l'inactivation naturelle de l'extrait pulmonaire est un peu moins rapide (une dizaine de jours : 3,14, 3,13, 3,14, 2,92, 2,90, 2,51, 2,12, 1,60, 1,37, 1,25) que celle de l'extrait cardiaque (une huitaine de jours). Les courbes d'inactivation confirment la nature enzymatique du produit actif.

2° Nous avons préparé des extraits pulmonaires relativement purifiés, obtenus à l'état sec par lyophilisation et conservés sous vide. Ils sont dissous (0,025 g) dans 2 cm^3 d'eau distillée pour 10 cm^3 de sang veineux. A cette dose, leur action est équivalente à celle de 0,5 g (poids sec) d'extrait peu purifié (tableau II). L'activité de l'extrait lyophilisé soluble est encore notable après un mois (1er jour : 3,13 ; 7e jour : 3,11 ; 26e jour : 2,60 et 33e jour : 2,33).

---

(1) J. André Thomas et Annette Blanc, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 992 et 235, 1952, p. 318.

	Tableau I.				Tableau II.		
Prépa.	Sg. T.	Sg + C.	Sg + P.	Aug. O_2 (P—T).	Sg. T.	Sg + P ly.	Aug. O_2 (P. ly-T).
1	17,31	20,01	20,26	2,95	13,56	15,92	2,36
	17,34	19,75	20,20	2,86	13,58	15,96	2,38
	16,30	17,54	18,32	2,02	12,34	16,30	2,96
2	15,59	17,52	18,06	2,53	11,91	14,12	2,21
	14,47	17,01	17,45	2,98	11,74	14,77	3,03
	14,22	15,96	16,29	2,07	11,70	14,80	3,10
3	17,50	19,62	20,03	2,47	12,95	16,75	3,80
	12,28	14,72	15,59	3,31	12,90	16,02	2,12
	12,30	15,33	15,71	3,41	11,03	14,01	2,98
4	16,08	19,27	19,54	3,46	11,05	14,36	3,31
	16,20	17,58	18,56	2,36	11,02	14,25	3,23
5	13,52	16,38	16,53	3,01	14,05	16,89	2,84
	13,46	16,12	16,42	2,96	11,07	14,12	3,05
	11,20	12,84	13,62	2,42	16,03	18,44	2,41
6	–	–	–	–	11,03	13,58	2,55
	–	–	–	–	13,38	16,01	2,63

Augmentation de la quantité de O_2 (méthode de Van Slyke), fixée par divers sangs veineux héparinés de Cheval (Sg. T.), en présence de différents extraits cardiaque (C) et pulmonaire (P) [0,5 g env. poids sec. pour 10 cm³ de sang) et d'extraits pulmonaires assez purifiés lyophilisés (P. ly) (0,025 g pour 10 cm³)].

3° Tous les résultats sont obtenus avec du sang hépariné. Sur du sang citraté, l'enzyme est inactif : les ions Ca^{++} sont indispensables à son activité. L'extrait est inactivé à la température de 56° pendant 30 mn environ. Il donne la réaction du biuret. Enfin, il contient d'après les analyses spectrographiques préliminaires Fe et Cu en faibles quantités, et quelques autres métaux qui nous paraissent des impuretés. Le fer peut provenir surtout du sang résiduel du poumon servant à la préparation, la présence du cuivre, si elle se confirme, pourrait être significative : il est possible que l'enzyme soit une oxydase ayant un métal actif.

Discussion. — *a.* L'enzyme catalysant la fixation de O_2 sur l'hémoglobine est proche de la succinodéshydrogénase, fraction dont nous sommes partis : comme celle-ci, il est activé par les ions Ca^{++}, inhibé par le coenzyme I (diphosphopyridine nucléotide) et, sur des coupes de poumon, c'est l'addition de succinate qui provoque l'augmentation d'absorption de O_2 la plus importante ([2]). Enfin, la succinodéshydrogénase, la lacticodéshydrogénase et

([2]) E. S. Guzmann Baron, Z. B. Miller et G. R. Barklett, *J. Biol. Chem.*, 171, 1937, p. 791-800.

l'aldéhyde déshydrogénase redonneraient à l'hémoglobine la capacité d'activer l'oxygène ([3]).

b. Cependant, la présence possible d'un métal dans l'enzyme actif le différencierait de la succinodéshydrogénase. Cet enzyme agirait sur l'hémoglobine du sang lorsqu'il passe dans les capillaires pulmonaires. L'hémoglobine réduite au niveau des tissus deviendrait inapte à fixer l'oxygène, ce qui expliquerait la difficulté croissante d'une oxygénation du sang hors du circuit pulmonaire. D'ailleurs, un profond changement structural est observé lors de la transformation de l'hémoglobine en oxyhémoglobine ([4]), et il existerait plusieurs constituants de l'hémoglobine ayant des affinités différentes pour l'oxygène et dus à des variations de la fraction protéique de la molécule ([5]).

c. Il nous semble donc que cet enzyme modifie la structure de la globine et pour cette raison nous lui donnerons à titre provisoire le nom de : *globine-oxydase*. Son rôle serait à rapprocher, dans le globule rouge, de celui de l'acide carbonique-anhydrase qui intervient dans l'élimination du gaz carbonique, sans être cependant la voie unique pour celle-ci. Les variations physiologiques d'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène pourraient être en partie expliquées par les conditions d'action de la globine-oxydase.

Il semble qu'il faille admettre, en plus des mécanismes classiques de fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine, l'intervention de la globine oxydase.

HISTOLOGIE. — *Particularités histologiques des centres leucopoiétiques thoraciques chez quelques Lépidoptères*. Note de Mlle **Lucie Arvy**, présentée par M. Louis Fage.

L'examen histologique des stades larvaires chez cinq espèces de Lépidoptères fait apparaître deux paires d'organes leucopoiétiques juxta-alaires, méso et métathoraciques. Ces centres subissent une dissociation chez la chrysalide, et l'imago n'en présente plus de trace.

Les traités actuels d'entomologie ne comportent que peu de données sur l'origine des leucocytes du sang circulant. La plupart des auteurs admettent que ces cellules se forment à partir du corps adipeux ou d'amas cellulaires situés près du cœur, à partir de l'hypoderme ou de « cordons endodermiques » (Snodgrass, 1935) ([1]). Weber (1951) ([2]) admet que des foyers mésodermiques leucopoiétiques peuvent persister, dans certains cas,

---

([3]) K. Yamafuji, M. Fujii et T. Tomita, *Biochem. Z.*, 315, 1943, p. 419-428.

([4]) M. F. Perutz, *IIe Congrès Intern. Biochim.*, 1952, *Symp. biochim. hématopoïèse*, p. 101-106.

([5]) W. Paul et F. J. W. Roughton, *J. Physiol.*, 113, 1951, p. 23-25.

([1]) *Principles of insect morphology*, Mc Graw-Hill, London, 1935.

([2]) *Grundriss der Insektenkunde*, Fischer, Iéna, 1951.

au cours du développement post-embryonnaire, mais ne fournit aucune indication sur la position et la structure de ces foyers. Schæffer (1889) (3) a pourtant décrit chez la chenille moyennement évoluée d'*Hyponomeuta evonymella* quatre lobes de tissu adipeux, situés au voisinage des disques alaires et caractérisés par une structure particulière; leurs cellules sont plus petites que les adipocytes typiques et elles ne contiennent pas d'enclaves lipidiques. Cet auteur pense qu'il s'agit d'amas formateurs de cellules sanguines et que le « tissu nutritif », signalé au voisinage des disques alaires par Pancritius (1884) (4), chez *Smerinthus populi*, pourraient avoir la même signification. Hufnagel (1918) (5) retrouve chez *Hyponomeuta padella* les amas sanguiformateurs signalés par Schæffer et les considère comme « un corps gras jeune, dont les éléments se différencieront par la suite ». Ces observations faites après mise en œuvre de techniques rudimentaires n'ont pas été retenues. Aussi il me paraît opportun de rapporter les constatations relatives à la structure des centres leucopoiétiques thoraciques chez cinq espèces de Lépidoptères.

Mon étude a porté sur les divers stades du développement post-embryonnaire, chez *Malacosoma neustria* L, *Ephestia kuhniella* Zell., *Hyponomeuta padella* L, *Thaumetopoea processionæ* L. et *Bombyx mori* L. Les centres leucopoiétiques thoraciques sont identifiables dès le premier stade larvaire; il existe quatre amas, situés un peu en arrière du spiracle prothoracique, au niveau de l'hypoderme pleural du méso et métathorax et au voisinage immédiat du champ trachéifère alaire. Les rapports anatomiques de ces amas permettent de classer les Lépidoptères étudiés en deux groupes; en effet, ces amas sont accolés au corps adipeux chez *Hyponomeuta* et *Ephestia* et ils engainent les disques alaires chez les trois autres espèces. L'amas mésothoracique est toujours plus volumineux que le métathoracique.

Chez la larve jeune, chaque amas est formé d'une seule catégorie cellulaire; il s'agit d'éléments assez petits (6 à 8 μ de diamètre), ronds ou ovalaires, le plus souvent déformés par pression réciproque. Le noyau de ces éléments est relativement gros, clair et nucléolé. Le cytoplasme très riche en ribonucléines pyroninophiles est parfaitement homogène. La présence d'une capsule et d'un réticulum fibrillaire intercellulaire, colorables par le bleu d'aniline et le vert solide, démontrent qu'il s'agit bien d'un organe et non d'une accumulation transitoire de leucocytes hyalins. Le réticulum fibrillaire et de très nombreuses trachéoles divisent l'organe leucopoiétique

(3) *Zool. Jahrb. Anat.*, 3, 1889, p. 626-650.

(4) *Contribution à la connaissance du développement des ailes chez les insectes* (*Thèse*, Konigsberg, 1884), cité par Schäffer.

(5) *Arch. Zool. exp. gén.*, 57, 1918, p. 47 à 202.

en lobules. Les mitoses sont nombreuses. L'organe augmente progressivement de taille au cours des stades larvaires et à partir du troisième stade les organes leucopoiétiques sont à la fois des centres de multiplication et de différenciation cellulaire; les techniques hématologiques permettent de mettre en évidence tous les stades de la différenciation leucocytaire, depuis le leucoblaste jusqu'au granulocyte éosinophile. La capsule présente des solutions de continuité au niveau desquelles les leucocytes passent dans le sang circulant.

La libération des leucocytes atteint un maximum chez la chrysalide. Elle s'accompagne d'une véritable dissociation de l'organe leucopoiétique dont j'ai pu suivre les étapes avec une netteté particulière chez des chrysalides de *Bombyx mori*, parfaitement fixées, qui m'ont été procurées par M. J. J. Bounhiol.

Toute trace des organes leucopoiétiques thoraciques larvaires a disparu chez l'imago.

CYTOLOGIE. — *Les cellules nerveuses de* Grantia compressa pennigera Haeckel (*Éponge calcaire Hétérocœle*). Note (*) de Mlle **Odette Tuzet** et M. **Max Pavans de Ceccatty**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Dans une première Note (Tuzet, Loubatières et Pavans de Ceccatty, 1952) (1), nous avions décrit dans le mésenchyme de *Sycon raphanus* des cellules nerveuses bipolaires ou multipolaires. Elles étaient bien caractérisées par leur argentophilie et la présence de corps de Nissl dans le protoplasme.

Chez *Grantia compressa*, l'étude des cellules nerveuses du mésenchyme est plus difficile que chez *Sycon raphanus*, à cause de la faible densité du mésenchyme. On le trouve seulement en plages étroites en bordure de l'atrium, à la périphérie de l'Éponge ou entre les corbeilles.

On peut cependant observer des éléments nerveux du « type classique » exactement semblables à ceux déjà vus chez *Sycon raphanus*, en particulier des cellules fusiformes ou multipolaires à corps de Nissl et noyau peu volumineux. Les prolongements fibrillaires mettent en rapport les corbeilles entre elles, et vont ainsi des choanocytes d'une corbeille à ceux d'une autre corbeille (*fig.* 1). Les prolongements des cellules nerveuses peuvent ainsi relier les corbeilles à la paroi externe ou à celle de l'atrium, joignant alors des choanocytes à des pinacocytes (*fig.* 2).

Ces liaisons se font par l'intermédiaire d'un seul neurone ou de plusieurs neurones disposés en réseau.

(*) Séance du 1er décembre 1952.

(1) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1394.

Les réactions de ces cellules aux divers colorants des cellules nerveuses qui ont été employés pour les colorer, sont semblables à celles des neurones de *Sycon*.

Nous n'avons pas vu ici de cellule du mésenchyme directement innervées, pas plus que de cellules sensitives en bordure de la surface. Il faut peut-être en chercher la cause dans le faible développement du mésenchyme.



Par contre, en bordure de l'atrium, nous avons pu observer un certain nombre d'éléments cellulaires que leur structure particulière rend difficilement assimilables aux collencytes, aux scléroblastes ou aux cellules mobiles du mésenchyme (amœbocytes, ovocytes, choanocytes émigrés). De même, la morphologie de ces éléments s'écarte notablement du « type classique » de neurone. Il s'agit de grosses cellules à contours fortement découpés et généralement logées dans des vacuoles du mésenchyme. Ces gros éléments correspondent à deux types distincts.

Le premier type est représenté par des cellules à noyau relativement petit par rapport au volume protoplasmique. Le cytoplasme est assez

clair, argentophile, sans granulations. De nombreux prolongements, la plupart très fins, rayonnent dans tous les sens. Parmi ces prolongements, il en est qui offrent une structure d'apparence fibrillaire très nette (*fig* 3). D'autres, au contraire, semblent être protoplasmiques et se terminent en massue à l'extérieur ou à l'intérieur de la vacuole mésenchymateuse qui abrite toute la cellule. Dans quelques cas, on peut voir dans le protoplasme de telles cellules des granules argentophiles ayant l'aspect de corps de Nissl. Enfin, nous avons pu observer les prolongements issus de ces cellules entrer en rapport avec les fibrilles émises par les cellules nerveuses typiques.

Le deuxième type de ces grosses cellules aberrantes ne diffère guère du premier que par l'affinité très forte de leur protoplasme pour l'argent métallique. Le noyau devient difficilement visible dans la cellule très uniformément colorée en marron foncé, presque noir (*fig.* 4). En outre, ces éléments sont plus irréguliers que les premiers; leurs prolongements compacts et homogènes sont tous identiques et peuvent, du reste, constituer un réseau à filaments réguliers et fins. Nous avons aussi vu les prolongements de cette seconde catégorie de cellules entrer en rapport avec des fibres nerveuses typiques.

Nous ne pouvons préciser ici à quoi correspondent ces deux catégories d'éléments cellulaires. Ils se rapprochent, peut-être, d'autres cellules nerveuses aberrantes que nous avons trouvées chez les Homocœles et que nous décrirons. La présence, chez certains, de corpuscules argentophiles semblables aux corps de Nissl et l'union de leurs prolongements avec ceux de vraies cellules nerveuses allant rejoindre les choanocytes ou les pinacocytes de la surface et de l'atrium, pourrait le faire croire.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Le rôle de l'angle palato-vestibulaire dans l'utilisation de la méthode vestibulaire.* Note de MM. **Antoine Delattre** et **Jean Anthony**, présentée par M. Robert Courrier.

Nécessité d'un correctif dans la comparaison des crânes par la méthode vestibulaire.

La méthode vestibulaire d'orientation et de comparaison des crânes a été progressivement élaborée par L. Girard (1911), F. Pérez (1922), puis par A. Delattre et J. M. Daële (1948). Elle adopte trois plans de référence perpendiculaires entre eux, auxquels peuvent être rapportés les différents points anatomiques crâniens. Le premier de ces plans est le plan sagittal médian. Le second, ou plan vestibulaire, se définit par la direction des canaux semi-circulaires externes et représente pratiquement l'horizontalité. Le troisième, frontal, passe par le sommet de ces deux canaux. Le plan sagittal médian reste naturellement invariable par définition. Les deux autres offrent la même propriété, car il a été récemment démontré

[J. Anthony et R. Saban (1951)] que l'arcade formant le canal semi-circulaire externe demeure fixe dans sa moitié antérieure et jusqu'à son sommet au cours des transformations subies par l'arrière-crâne depuis les Mammifères inférieurs jusqu'à l'Homme.

Cependant, malgré la rigueur de ses principes fondamentaux, la méthode vestibulaire ne saurait être utilement employée dans la comparaison des crânes sans une dernière justification théorique. Il est, en effet, à remarquer que des animaux voisins dans la Systématique ainsi que par le degré d'organisation de leur crâne et de leur encéphale, peuvent avoir un profil céphalique différemment disposé dans l'orientation vestibulaire. L. Girard l'avait déjà signalé autrefois à propos du Chameau et du Bœuf. Il avait trouvé l'origine du décalage dans les variations de la position de la tête au repos. La tête du Chameau est pratiquement horizontale au repos; son grand axe correspond au plan vestibulaire. Celle du Bœuf, au contraire, s'incline très fortement sur ce même plan. En conséquence, lorsque l'on mesure un angle donné sur des profils encéphaliques dans la série mammalienne, on trouve, entre de tels animaux, un écart parfois énorme lié au genre de vie de l'animal et qui fausse à l'avance l'interprétation des résultats. Pour éliminer une aussi importante cause d'erreur, nous proposons d'introduire un correctif simple qui, après vérification, s'est montré satisfaisant.

Nous avons noté que la direction générale de la voûte palatine, hormis la courbe qu'elle décrit fréquemment au niveau des prémaxillaires, suivait fidèlement les variations d'orientation de la tête au repos. Cette direction intercepte avec le plan vestibulaire un angle que nous appelons angle palato-vestibulaire et qui, d'après nos recherches sur une trentaine d'espèces mammaliennes, doit être évalué, en moyenne, à 30°. Dans les mesures angulaires prises en *norma lateralis* et destinées à exprimer l'évolution d'une partie du crâne dans la série des Mammifères, si l'on tient compte de cette valeur moyenne, on obtient alors des données directement comparables. C'est ainsi, par exemple, que le pivotement du foramen magnum, traduit par l'amoindrissement progressif de l'angle occipito-vestibulaire, s'établit de la façon suivante, avant et après intervention du correctif palato-vestibulaire :

Spécimens.	Angle palato-vestibulaire.	Angle occipito-vestibulaire avant correction.	Angle occipito-vestibulaire après correction.
Bœuf	37°	110°	103°
Chameau	0	70	100
Chien	28	80	82
Chat	32	82	80
Hapalemur	50	72	52
Macaque	31	45	44
Chimpanzé	36	47	41
Homme	25	16	21

Nous nous réservons de présenter ultérieurement l'ensemble de notre statistique avec les applications auxquelles elle donne lieu dans le cadre de la méthode vestibulaire.

CÉCIDOLOGIE. — *Rapports entre l'évolution cytologique du tissu nourricier d'*Eriophyes macrorhynchus *Nal. et la biologie de l'Acarien.* Note de M. **Jean Meyer**, transmise par M. Louis Blaringhem.

Le tissu nourricier d'*Eriophyes macrorhynchus* Nal. présente, pendant le cycle évolutif du parasite, les aspects suivants : 1° dédifférencié dans les ébauches, sous l'influence de la fondatrice, seule morphogène; 2° redifférencié pendant que la galle atteint la taille adulte, en rapport avec la rareté des parasites; 3° dédifférencié à nouveau sous l'action du riche peuplement estival, qui n'est plus morphogène.

Dans une Note précédente [1] j'avais démontré l'existence, au mois d'avril, d'une fondatrice d'*Eriophyes macrorhynchus* Nal. capable d'engendrer des galles multiples sur *Acer pseudoplatanus* L. Sous l'action de la fondatrice mobile, les galles atteignent leur taille adulte à la fin de mai. Par suite de la rareté des fondatrices et malgré une augmentation énorme de la surface offerte à la succion parasitaire, ces galles sont presque toutes vides. Au mois de juillet, au contraire, elles sont abondamment peuplées. L'objet de cette Note est de montrer les rapports existant entre les périodes du cycle évolutif du cécidozoaire et les réactions de son hôte, qui se manifestent surtout dans l'évolution du tissu nourricier.

1. *Cytologie du plastème nourricier des jeunes stades.* — Dans les jeunes stades que nous avons observés, le mésophylle et l'épiderme inférieur commencent à s'hyperplasier. Mais à cette hyperplasie est superposée une croissance différencielle cellulaire : les cellules externes s'hypertrophient beaucoup par rapport aux cellules les plus proches du parasite, d'où la formation de cuvettes qui, bientôt, se hérissent de poils sur les bords.

Au cours de cette hyperplasie, les cellules du mésophylle assimilateur et des épidermes tendent, dans des mesures variables, à se dédifférencier. La dédifférenciation mésophyllienne affecte surtout les chloroplastes dont la taille se réduit de plus en plus et régresse vers un état plus ou moins proche de l'aspect chondriomatique. Les noyaux augmentent de taille et prennent une position plus centrale, tandis que leur nucléole s'hypertrophie. Les nucléoles des tissus externes étant déjà plus volumineux dans les tissus normaux, cette différence de taille nucléolaire se conservera dans le plastème. Le volume nucléolaire ne peut donc pas, comme cela s'impose dans la plupart des plastèmes [2], servir ici de critère pour la délimitation du

[1] *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1428.
[2] *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 1333 et bibliographie.

plastème nourricier. Seule, la position interne de ce tissu par rapport aux faisceaux conducteurs et son aspect dédifférencié plus poussé, marqué par l'abondance du cytoplasme qui résulte de la petite taille des vacuoles, nous permettra, dans notre cas, de le reconnaître. Il est formé par l'épiderme inférieur et par une ou deux couches du mésophylle sous-jacent. La dédifférenciation plastidale de ce mésophylle est du type normal, par étirement en altère, comme l'a décrite Buvat [3] dans les cellules chlorophylliennes du parenchyme libérien de la tige de Tomate. Le mésophylle inférieur et l'épiderme qui le coiffe finissent ainsi par former un tissu d'aspect cytologique relativement homogène et jeune, rappelant un plastème nourricier typique de Cécidomyide ou de Cynipide et caractérisé par la richesse cytoplasmique et mitochondriale, la régression du plastidome, la taille et la position centrale du noyau à gros nucléole. Le diamètre nucléolaire moyen est passé de 1,65 μ dans le mésophylle normal à 2,5 μ dans le mésophylle nourricier qui lui correspond.

2. *Cytologie du tissu nourricier des stades avancés antérieurs au peuplement estival.* — A la fin de mai, la galle forme une bourse qui a déjà atteint sa taille définitive. Le tissu nourricier, suivant la croissance cellulaire générale, présente des caractères de vieillissement qui se manifestent surtout par un cytoplasme généralement pariétal, entourant une grande vacuole centrale; le noyau, lui aussi, est le plus souvent pariétal et, comme l'a remarqué Garrigues [4], il est d'aspect normal avec un petit nucléole. Le diamètre nucléolaire a diminué presque de moitié par rapport à celui des premiers stades. Il est passé, en moyenne, de 2,5 à 1,35 μ environ. Il est cependant encore supérieur à celui du tissu normal de la même feuille qui est d'environ 0,8 μ. On admet généralement [2] que l'hypertrophie nucléolaire est en rapport avec des synthèses protéiques accrues. Cette régression nucléolaire au stade adulte ne nous étonnera donc pas, puisque, d'une part, à l'arrêt de croissance de la galle correspond nécessairement un arrêt des synthèses protéiques constructives et que la galle étant à peu près abandonnée, ne nécessite guère de protéine trophique pour le parasite. A cette époque, en effet, il n'y a encore, en plus des rares fondatrices, que quelques œufs dans un nombre relativement restreint de galles. L'absence presque totale de parasites permet donc d'expliquer, dans notre cas, l'état évolué et l'aspect non fonctionnel du tissu nourricier.

3. *Cytologie du tissu nourricier lors du peuplement estival.* — L'hypothèse précédente de l'influence de l'absence ou de la présence des parasites sur la cytologie du tissu nourricier se vérifie d'ailleurs au mois de juillet, période de pullulement des acariens de tous stades. A cette époque, tandis

---

(3) *Thèse Sciences*, Paris, 1944 (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 11e série, nos 5 et 6, 1944, 1945).
(4) *Thèse Sciences*, Lyon, 1951.

que l'épiderme nourricier est plus ou moins vidé ou nécrosé sous l'attaque massive des parasites, la couche mésophyllienne sous-jacente marque, en beaucoup d'endroits, une recrudescence d'activité. Il y a rajeunissement du tissu vers le type nourricier : les cellules se redivisent et au cours de ces divisions, les chloroplastes, qui avaient grossi pendant la période d'absence des parasites, tendent à se dédifférencier; le cytoplasme augmente aux dépens du vacuome et s'enrichit en chondriome, le noyau reprend sa place centrale et le nucléole subit une nouvelle, mais légère, croissance en passant de 1,3 μ moyenne du stade dépeuplé, à 1,75 μ en plein peuplement. Si nous suivons l'évolution nucléolaire, qui est le seul critère mesurable de l'état d'activité du tissu nourricier, nous remarquerons que le diamètre nucléolaire est toujours supérieur à celui du tissu correspondant normal de la même feuille, mais il passe par un minimum en mai pour reprendre un état plus hypertrophié au moment du peuplement de juillet. Les autres caractères cytologiques d'indifférenciation relative, marquant également l'état d'activité nourricière, présentent une évolution parallèle à celle du nucléole.

BIOLOGIE. — *Influences de lésions hautes et basses de l'infundibulum sur la gonadostimulation chez le Canard domestique*. Note (*) de MM. **Jacques Benoit** et **Ivan Assenmacher**, présentée par M. Robert Courrier.

Seules les sections hautes du faisceau hypothalamo-hypophysaire furent suivies, chez le Canard, d'une atrophie testiculaire, en même temps que la *pars distalis* présentait des signes cytologiques manifestes d'une inactivité sécrétoire, notamment au niveau des cellules β. Ces faits semblent appuyer l'hypothèse d'un relai neurohumoral au niveau de l'éminence médiane.

De nombreux auteurs ont observé chez les Mammifères une atrophie complète des gonades à la suite de lésions de l'éminence médiane et de sections de la tige infundibulaire (Dott, 1923; Mahoney et Sheehan, 1936; Harris, 1937; Westmann et Jacobsohn, 1937, 1940; Brolin, 1945; Greep et Barrnett, 1950, 1951), ou en tous les cas une abolition de l'activité sexuelle (Hinsey, 1937; Dey, 1943). D'autres ne notent qu'une certaine perturbation de la fonction sexuelle : abolition de l'ovulation chez la Lapine (Brooks, 1938, 1940; Brooks et Lambert, 1939), abolition de la réaction testiculaire au froid (Uotila, 1939, 1940). Richter (1930, 1933), Leininger et Ranson (1943), Breckenridge et Keller (1948) ne décrivent de troubles sexuels que chez certains de leurs opérés; Keller et Hamilton (1937), Dempsey (1939), Dandy (1940), Tang et Patton (1951) par contre n'en observent dans aucun cas.

Nous avons entrepris nos recherches chez l'Oiseau pour des raisons

(*) Séance du 1er décembre 1952.

d'ordre morphologique : l'individualité anatomique dans cette classe des veines portes hypophysaires par rapport à la tige infundibulaire (Benoit et Assenmacher, 1951; Assenmacher, 1951). Nous présentons dans cette Note, les résultats de deux sortes d'interventions sur l'infundibulum. Nous désignons par « lésions hautes » des sections subtotales du faisceau hypothalamo-hypophysaire au niveau de l'éminence médiane, au-dessus du point de départ du tractus porto-tubéral, ces lésions pouvant aller jusqu'à une éventration complète du plancher du troisième ventricule. Les « lésions basses » de l'infundibulum constituent des sections plus ou moins complètes de la tige infundibulaire, au-dessous du tractus porto-tubéral.

Les résultats donnés ci-dessous se rapportent à 12 canards mâles de race Pékin opérés en pleine activité sexuelle et sacrifiés un mois après l'opération. Les testicules furent mesurés, pesés et étudiés histologiquement; la région hypothalamo-hypophysaire fut coupée en série et traitée aux colorants ordinaires et au Bodian pour permettre de contrôler rigoureusement l'état du faisceau hypothalamo-hypophysaire. Ce n'est qu'après un examen approfondi de ces coupes sériées que nous répartîmes les sujets en les quatre groupes suivants :

a. Lésions hautes de l'infundibulum (4 sujets). — Le faisceau hypothalamo-hypophysaire est pratiquement interrompu au niveau de l'éminence médiane. La pars nervosa de l'hypophyse est complètement atrophiée. La pars distalis montre dans tous les cas une zone centrale de dégénérescence; le reste du parenchyme présente des signes cytologiques d'inactivité sécrétoire, les cellules β notamment. Les capillaires sinusoïdes présentent cependant un aspect normal. Le tractus porto-tubéral avec ses veines portes est intact. Les testicules sont macroscopiquement totalement régressés et histologiquement inactifs. (Poids des deux testicules : 2 T = 2,2, 1,5, 1,03 et 0,75 g.)

b. Lésions basses de l'infundibulum (2 sujets). — Section subtotale de la tige infundibulaire. Pars nervosa complètement atrophiée. Pars distalis et tractus porto-tubéral normaux; grande activité sécrétoire des cellules β notamment. Testicules normalement conditionnés (2T = 85 et 68 g.)

c. Témoins avec simple accès à l'éminence médiane (4 sujets). — Aspect normal de tout le complexe hypothalamo-hypophysaire. Testicules normalement conditionnés (2 T = 72, 72, 50 et 38 g.)

d. Témoins avec lésions superficielles de l'éminence médiane et de la naissance du tractus porto-tubéral (2 sujets). Lésions très superficielles du faisceau hypothalamo-hypophysaire. Tractus porto-tubéral lésé mais fonctionnel. Pars nervosa hypotrophique. Pars distalis : zone hypotrophique centrale; signes cytologiques d'une bonne activité sécrétoire, des cellules β notamment; vascularisation capillaire normale. Testicules conditionnés; spermatogenèse abondante (2T = 48 et 22 g).

Il résulte de ces observations que *seule l'interruption haute du faisceau hypothalamo-hypophysaire abolit la stimulation préhypophysaire du testicule.* Ce résultat peut être dû *a priori* soit à la lésion nerveuse elle-même, soit à la destruction du réseau capillaire sous-tubéral plaqué à la surface de l'éminence médiane. Cependant les lésions de ce réseau capillaire des animaux du groupe *a* se retrouvent chez les témoins du groupe *d* qui présentent pourtant une spermatogenèse abondante, bien que, pondéralement, leurs testicules soient un peu au-dessous de leur développement maximum. Par contre, dans le cas de lésions hautes de l'hypothalamus, les rapports du réseau capillaire sous-tubéral avec l'éminence médiane sont profondément modifiés. En effet, la dégénérescence de la portion distale du faisceau hypothalamo-hypophysaire consécutive à sa section prive le réseau capillaire sous-tubéral de son contact habituel avec les éléments nerveux et névrogliques si caractéristiques de l'éminence médiane, et en particulier avec les « anses nerveuses » (Benoit et Assenmacher, 1951). D'où la suppression certaine d'un éventuel relai neuro-humoral hypothalamo-hypophysaire à ce niveau. Cette explication du bloquage de la gonado-stimulation en cas de section haute du faisceau hypothalamo-hypophysaire nous paraît tentante; mais ces faits n'infirment pas non plus l'hypothèse d'un contrôle vaso-moteur de la vascularisation préhypophysaire par l'hypothalamus (Green, 1946; Stutinsky, 1948), encore que la vascularisation capillaire de la pars distalis nous paraisse dans tous les cas sensiblement normale.

BIOLOGIE. — *Les échanges alimentaires entre adultes chez la Fourmi* Ponera eduardi *Forel.* Note de M. **Georges Le Masne**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

On sait la place très importante occupée dans la vie sociale des Fourmis par les dégorgements de nourriture et les échanges d'aliments de bouche à bouche, que pratiquent entre eux les individus adultes. Mais ces échanges stomodéaux, réalisés à coup sûr par toutes les Fourmis supérieures (*Myrmicidæ*, *Camponotidæ*, *Dolichoderidæ*) semblaient jusqu'ici manquer chez les Fourmis inférieures, en particulier chez les *Poneridæ* : dans cette famille le dégorgement de nourriture n'a été observé que chez quelques espèces, et parfois de manière assez incertaine.

C. P. Haskins [1] a montré que les ouvrières d'*Euponera gilva* ne pratiquent que rarement l'échange stomodéal. O. F. Cook [2] a vu celles d'*Ectatomma tuberculatum* échanger des

---

[1] *J. N. Y. Ent. Soc.*, 39, 1931, p. 507-521.

[2] *Science*, 19-23, 1904-1906.

[3] *Cf.* N. A. Weber, *Proc. Ent. Soc. Wash.*, 48, 1946, p. 1-16.

gouttelettes liquides, mais il ne s'agit peut-être pas là de régurgitation (³). Enfin C. P. et E. F. Haskins (⁴) pensent que les reines de *Brachyponera lutea* et d'*Odontomachus hæmatoda* sont capables de nourrir leurs larves par régurgitation.

J'ai indiqué déjà (⁵) que, chez *Ponera eduardi*, les mâles ergatoïdes (aptères) obtiennent des ouvrières la régurgitation. Depuis, j'ai constaté que *les adultes de cette espèce* (*aussi bien les ouvrières que les sexués, ailés ou aptères*) *pratiquent l'échange stomodéal de manière régulière, mais sous une forme qui diffère très sensiblement de celle qu'on observe chez les Fourmis supérieures.*

La *fréquence* des échanges est bien moindre que chez les Fourmis supérieures; leur *durée* l'est aussi (quelques secondes, au lieu de plusieurs minutes parfois). Le volume de liquide transmis doit être très minime.

Au cours de l'échange, *la position et les gestes des partenaires* diffèrent de ceux des Fourmis supérieures (⁶). L'une des ouvrières tient la tête horizontale, l'autre tourne l'un des côtés de sa tête vers le sol. Chaque *Ponera* ouvre largement les mandibules et les entrecroise avec celles de sa partenaire. Les antennes, entrecroisées également, sont presque immobiles chez la « solliciteuse », mais animées de mouvements très vifs chez la « pourvoyeuse ».

Si l'échange est bref, en revanche *les préliminaires de l'acte trophallactique* sont beaucoup plus longs que chez les Fourmis supérieures : parfois durant plusieurs minutes, deux ouvrières restent face à face, dans une attitude déterminée et caractéristique pour chacune. Tantôt l'échange survient de manière brusque, tantôt (et beaucoup plus souvent que chez les Fourmis supérieures), les partenaires se séparent sans qu'il y ait eu dégorgement. La « solliciteuse » s'adresse alors à une autre congénère.

Ces préliminaires sont souvent précédés de *poursuites* qui n'ont pas leur équivalent chez les Fourmis supérieures : il n'est pas rare de voir une *Ponera*, les antennes appliquées contre l'abdomen d'une autre ouvrière, la suivre dans tous ses déplacements. Parfois la poursuite est abandonnée après quelques minutes, ou bien elle se reporte sur un autre individu. Mais souvent la Fourmi suivie se retourne brusquement et adopte aussitôt attitudes et gestes de *l'ouvrière sollicitée.* Il s'agit là, à coup sûr, d'un *acte pré-trophallactique*, mais cet acte n'est pas obligatoire : les préliminaires décrits plus haut peuvent commencer d'emblée, sans être précédés de poursuite. Poursuite et attitude de sollicitation constituent bien des *stimuli*

(⁴) *Psyche*, 57, 1950, p. 1-9.

(⁵) *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 2009.

(⁶) Chez des *Lasius* ou des *Leptothorax*, les deux partenaires tiennent leurs antennes *au-dessus* de la tête de l'autre Fourmi. Ce sont celles de la « solliciteuse » qui s'agitent le plus vivement. Les mandibules de la « pourvoyeuse » sont largement ouvertes, mais celles de la Fourmi qui absorbe l'aliment stomodéal restent fermées.

significatifs, préparant et déclenchant le dégorgement. Ils ne sont pas toujours suivis de leur réponse spécifique, mais en ce cas la sollicitation est reportée sur un autre membre de la société.

La variabilité de forme et la moindre fréquence des échanges, ainsi que le caractère souvent abortif des actes préliminaires, font apparaître le comportement trophallactique de *Ponera eduardi* comme *archaïque*, comparé à celui des Fourmis supérieures.

Il est probable que les échanges alimentaires de bouche à bouche sont pratiqués par les adultes d'autres espèces de Ponérides, au moins dans les tribus supérieures. Certains auteurs paraissent avoir été témoins de quelques-uns des faits décrits plus haut; mais ils y ont vu un simple léchage de la gula, « signe annonciateur » de la régurgitation ([7]), ou bien des poursuites « sans but » ([8]).

L'étude détaillée des relations inter-individuelles au sein d'autres espèces de *Poneridæ* permettra sans doute de suivre, dans cette famille, souche probable de tous les autres groupes de *Formicoïdea*, la naissance et le début de l'évolution du comportement trophallactique, si important dans la vie sociale du plus grand nombre des Fourmis.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action du propionate de testostérone sur la différenciation sexuelle des embryons de* Scylliorhinus canicula *C.* Note de M. **Jean-Jacques Thiebold**, présentée par M. Maurice Caullery.

Les embryons de Roussette, de taille comprise entre 2 et 2,5 cm (stades *K* et *L* de Balfour), présentent deux ébauches gonadiques équivalentes, indifférenciées, bien individualisées dans la partie antérieure du tronc, de part et d'autre du mésentère dorsal. Elles comportent un stroma mésenchymateux recouvert par l'épithélium cœlomique, épaissi seulement à la partie dorsale pour former l'épithélium germinatif, peuplé de cellules germinales primordiales disséminées en îlots de deux à trois cellules.

Chez les embryons génétiquement ♂ atteignant 2,5 à 3 cm, s'amorce une migration, vers le stroma médullaire de l'ébauche, des cellules germinales qu'accompagnent de petits éléments somatiques. Cette première différenciation ♂ conduit, chez l'embryon de 6 à 7 cm, à la formation de cordons progerminatifs qui sont à l'origine des sacs progerminatifs du testicule immature différencié.

Chez les embryons génétiquement ♀ ayant atteint la taille de 6 à 7 cm, la seule différenciation décelable par rapport aux ébauches indifférentes

---

([7]) C. P. Haskins, *J. N.Y. Ent. Soc.*, 38, 1930, p. 121-126, pour *Proceratium croceum.*

([8]) L. G. et R. G. Wesson, *Amer. Midl. Nat.*, 24, 1950, p. 89-103, pour une autre *Proceratiini, Sysphincta pergandei.*

est la régression de l'ébauche gonadique gauche, particulièrement sensible dans sa région caudale; l'ébauche droite, au contraire, s'accroît normalement en conservant, à sa partie dorsale, un épaix cortex quiescent.

L'hormone ♂ (propionate de testostérone), administrée à des embryons n'ayant pas atteint la taille critique de 2 cm, par injection intravitelline à la dose de 1 mg, administrée en deux fois à un mois d'intervalle, ne semble avoir influencé en rien l'évolution des ébauches génitales chez les ♀ génétiques sacrifiées au stade de 7 cm (l'ébauche gauche régresse normalement, la localisation germinale reste corticale dans l'ébauche droite). Par contre, à cette dose, l'évolution des ébauches gonadiques des ♂ génétiques a été fortement influencée : gonades réduites de moitié par rapport aux gonades des ♂ témoins de même âge; retard considérable dans l'évolution de l'épithélium germinatif, quelques cellules germinales seulement ayant amorcé leur migration vers le mésenchyme médullaire; section subcirculaire des ébauches, caractéristique des stades témoins plus jeunes amorçant seulement leur différenciation.

L'hormone ♂, administrée à dose assez forte (1 mg), semble donc exercer sur la différenciation des ébauches gonadiques ♂ une action frénatrice, tendant au maintien de structures ♀ de type cortical. L'examen des résultats obtenus au niveau des gonades pourrait donc faire croire à une action féminisante du propionate de testostérone, qui n'entrave pas le déroulement des différenciations ♀ normales et maintient l'existence d'un cortex important dans les ébauches ♂, sans toutefois provoquer la régression de l'ébauche gauche des ♂. Cette action nous semble le fait d'une inhibition partielle de la différenciation ♂ de la gonade, qui garde tardivement les structures corticales et ne présente que de timides poussées cordonnaires.

Des actions du même ordre, décrites par ailleurs [1], se retrouvent au niveau du tractus génital des embryons traités, qui, à côté d'effets nettement masculinisants (apparition de bourgeons myxiptérygaux et modifications morphologiques dans le sens ♂ des nageoires pelviennes chez les ♀ ; hypertrophie de la partie séminale vésiculaire des canaux de Wolff, chez les ♀ comme chez les ♂), présentent des perturbations du développement normal des ébauches qui peuvent être interprétés, soit comme des effets masculinisants chez la ♀ (persistance du rein antérieur; absence de la partie postérieure du canal de Müller), soit comme un effet féminisant chez le ♂ (persistance d'une partie importante de la région antérieure du canal de Müller au niveau du rein antérieur). Les rapports existant entre les formations müllériennes persistantes et les canaux de Wolff, soulignent

---

(1) J.-J. Thiebold, *C. R. Soc. Biol.*, séance du 15 novembre 1952 (à l'impression).

le bien-fondé de l'hypothèse d'un blocage des processus du développement normal des ébauches du tractus génital.

La morphologie du tractus génital de tous les embryons traités, présentait une étroite analogie avec un cas d'intersexualité spontanée, décrit par Chapman (1951) [2] sur une Roussette adulte.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Régénération de parties du corps chez l'Annélide* Hydroïdes norvegica (*Gunn.*). Note de M. **Jean Cresp**, présentée par M. Louis Fage.

Le corps du Serpulide *Hydroïdes norvegica* (Gunn.) comprend une région thoracique de sept sétigères et une région abdominale séparée de la première par une courte zone achète. Le premier segment du thorax, que j'appellerai *prothoracique*, ne porte que des soies dorsales sans uncini.

A. *Régénération postérieure.* — La régénération postérieure est possible dans toute la région abdominale et dans la région thoracique jusqu'à un niveau très antérieur (section passant derrière le premier thoracique vrai). Elle n'est complète que si la section intéresse la moitié postérieure du thorax et débute toujours par la mise en place du pygidium. Les premiers segments régénérés complètent le thorax amputé et une membrane thoracique nouvelle se raccorde à l'ancienne. Dans la région achète, on obtient souvent des régénérats anormaux.

B. *Régénération antérieure.* — La régénération antérieure n'est possible que dans la région thoracique et, exceptionnellement, dans la région achète.

La cicatrisation est toujours possible, même dans la région abdominale où elle n'est pas suivie de régénération. Elle s'effectue selon deux modes différents : dans la région prothoracique, l'œsophage stomodéal intéressé par la section se soude directement à la paroi du corps; dans la région thoracique proprement dite, l'intestin sectionné finit par se refermer en cæcum tandis, que l'épiderme rétablit sa continuité.

La cicatrisation est suivie par l'établissement d'une vascularisation importante d'où naissent deux vaisseaux destinés à irriguer les deux groupes de bourgeons branchio-operculaires, l'apparition de ces derniers constituant le premier indice de régénération. De chaque côté, les bourgeons branchio-operculaires se disposent suivant un arc de cercle dorso-ventral. Le deuxième de la série, apparu le premier, se différencie très tôt en bourgeon operculaire, les autres évoluant en filaments branchiaux. Ce mode de

(2) *Proc. Zool. Soc. London*, **121**, n° 3, 1951, p. 511-513.

différenciation rappelle celui que l'on peut observer dans l'ontogénie normale [1].

Après les premiers bourgeons, la collerette et la membrane thoracique régénérées apparaissent sous la forme d'ébauches paires respectivement ventrales et latérales. La membrane thoracique régénérée se raccordera ultérieurement à la membrane thoracique ancienne. Toujours après les premiers bourgeons, l'invagination stomodéale se développe plus ou moins précocement. Le cerveau, puis les ocelles qui sont en rapport direct avec lui, n'apparaîtront qu'après la différenciation des quatre premières paires de bourgeons. La néphridie thoracique, lorsqu'elle a été extirpée avec les premiers segments thoraciques, est régénérée. Finalement, trois semaines après l'amputation, il apparaît une paire de soies prothoraciques.

Conformément aux observations de M. La Greca [2], la régénération est toujours limitée à la restitution du prostomium et du segment prothoracique (région céphalique des Annélides). On n'observe jamais, comme chez les Sabellides et le Serpulide *Filograna* (*Salmacina*) de processus tardifs de « morphallaxie » tendant à restituer les segments thoraciques manquants par transformation de segments abdominaux. Les parties restituées, lobe prostomial, trompe, le sont d'ailleurs très incomplètement.

On observe souvent dans la régénération antérieure un défaut de synchronie entre les deux moitiés droite et gauche du régénérat indiquant une certaine indépendance morphogénétique entre ces deux moitiés. Cette asymétrie subsiste après destruction et réparation du régénérat le plus avancé. Lorsque la section est oblique, la régénération antérieure est toujours plus précoce sur la moitié longue, mais le segment prothoracique est toujours seul restitué.

Gradient de régénération. — Le temps qui s'écoule entre la cicatrisation et l'apparition des premiers bourgeons régénérés augmente lorsque la section est déplacée d'avant en arrière; la régénération demande deux jours dans la région prothoracique, de 4 à 6 jours dans les premiers segments thoraciques. A partir du sixième thoracique, elle est encore plus lente et peut demander 20 jours dans la région achète.

D'autre part, dans les derniers segments thoraciques, la régénération est beaucoup moins fréquente et devient, dans la région achète, exceptionnelle et toujours anormale. Des régénérations anormales peuvent s'observer à tous les niveaux, mais surtout à partir du sixième thoracique : formation d'un opercule supplémentaire sur un panache du régénérat; coalescence des deux panaches (dans les niveaux thoraciques postérieurs); développement d'un seul panache dans la zone achète; régénération des

---

(1) Zeleny, *J. Exp. Zool.*, 2, 1905.

(2) *Arch. Zool. Ital.*, 37, 1952.

soies prothoraciques en l'absence de régénérat branchio-operculaire. Ces anomalies, dont l'étude détaillée fera l'objet d'une communication ultérieure, offrent donc une série complète reliant une régénération normale à l'absence de régénération.

La disparition totale du pouvoir de régénération antérieure dans la région abdominale ne semble donc pas liée à l'organisation morphologique de cette région, mais à une transformation des propriétés morphogénétiques qui se manifeste déjà dans la région thoracique.

En conclusion, chez *Hydroïdes*, la régénération n'est possible dans les deux directions que si le corps a été sectionné dans la région moyenne du thorax.

Il est assez curieux d'observer que, chez le seul Serpulide capable de multiplication asexuée, *Salmacina*, les bourgeons ne se forment pas dans la région thoracique, seule bipotente chez *Hydroïdes norvegica*, mais dans la région abdominale.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Production d'adultoïdes chez* Locusta migratoria *L.* (*Insecte orthoptéroïde*). Note (*) de M. **Pierre Joly**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Des expériences antérieures ([1]) ont montré que l'implantation à des larves grégaires de *Locusta migratoria* relativement âgées de complexes rétrocérébraux, prélevés sur des imagos également grégaires (*), est susceptible d'introduire chez l'animal récepteur une pigmentation verte qui se manifeste lors de la première mue suivant l'intervention. Cette pigmentation verte ne se rencontre normalement que dans la phase solitaire.

Ces expériences ont été reprises et ont montré, d'une part que la partie active du complexe est le *corpus allatum*, et d'autre part, que si l'on pratique les implantations sur des larves assez jeunes (stades II et III), en plus de l'apparition de la pigmentation verte, on obtient des changements morphologiques pouvant s'interpréter comme une inhibition plus ou moins complète de la métamorphose.

Ces animaux à développement perturbé peuvent être classés en trois catégories : les adultoïdes, les pseudoadultes et les adultes verts.

Les adultoïdes ont, avec la taille de l'imago, une morphologie très voisine de celle des larves du 5e stade, les ailes notamment ont une forme et une structure franchement larvaires. Les pseudoadultes se rapprochent au

---

(*) Séance du 17 novembre 1952.

([1]) *Ann. Sc. Nat. Zool.*, 11, n° 2, 1949, p. 255; *C. R. Soc. Biol.*, 145, 1951, p. 1362.

(*) J'entends par grégaire des larves maintenues dès l'éclosion en élevage dense et présentant la pigmentation caractéristique de la phase gregaria.

contraire beaucoup de l'imago, mais conservent quelques traits larvaires; les ailes bien que du type imaginal sont relativement courtes et généralement chiffonnées, le pronotum est le plus souvent lui aussi mal étendu. Chez les adultoïdes comme chez les pseudoadultes la pigmentation verte qui s'était développée à la suite de l'implantation de *corpora allata* peut régresser lors de mues ultérieures et l'animal reprend une pigmentation grégaricolore mais de type franchement larvaire (pigmentation noire et orange) même dans le cas d'un pseudoadulte dont la morphologie est presque celle de l'imago normal qui ne présente jamais ce type de pigmentation.

Les adultes verts sont des imagos normalement constitués mais qui présentent néanmoins, en plus de leur pigmentation verte, quelques caractères particuliers : ailes un peu plus courtes, thorax un peu plus gros que chez l'imago grégaire normal. Ces particularités peuvent être interprétées soit comme de l'infantilisme (légère inhibition de la métamorphose), soit comme une évolution de l'animal dans le sens solitaire. Le tableau suivant donne la valeur des indices biométriques classiques pour les différentes catégories d'individus obtenus.

Les indices sont : les rapports E/F de la longueur de l'élytre à celle du fémur, P/C de la longueur du pronotum, H/C de sa hauteur, M/C de sa largeur à la plus grande largeur de la tête.

	E/F.	P/C.	H/C.	M/C.
Larves au stade III	0,22	1,15	1,14	0,88
» » IV	0,35	1,39	1,13	0,85
» » V	0,61	1,48	1,22	0,90
Adultoïdes	0,96	1,53	1,25	0,98
Pseudoadultes	1,50	1,42*	1,20*	0,85*
Solitaires d'élevage	1,70	1,50	1,30	0,98
» naturels	1,79	1,43	1,32	0,93
Adultes grégaires	1,87	1,32	1,18	0,91
Grégaires d'élevage	1,98	1,24	1,12	0,86

Les valeurs marquées d'un astérisque sont systématiquement fausses par défaut : le pronotum de ces animaux ne s'étant pas déplissé à la dernière mue, les mesures qu'il a fournies sont évidemment trop faibles.

On voit que du point de vue de la valeur des indices biométriques, les adultes verts (obtenus à partir de larves maintenues en élevage dense, mais ayant reçu une implantation de *corpora allata* d'imago) se situent entre la forme grégaire et la forme solitaire et que d'autre part les indices biométriques de la forme solitaire ont pu être encadrés par ceux des adultes verts et des adultoïdes tous obtenus à partir de larves maintenues en élevage dense.

Il ressort de ces résultats que, comme dans le cas de la pigmentation, les indices biométriques d'animaux maintenus en élevage dense ont pu être

troublés par des interventions portant sur les *corpora allata*. La perturbation obtenue rapproche les animaux opérés de la phase *solitaria* sans qu'il nous ait été possible d'obtenir des copies exactes de cette phase.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la biochimie des composés phosphorés du lait.* VI. *Électrophérographie des protéines du sang de Lapine en lactation.* Note (*) de MM. **Eugène Robillard**, **Henri Simonnet** et **Joseph Sternberg**, présentée par M. Robert Courrier.

Le problème de la synthèse de la caséine comporte deux aspects : le mécanisme d'intégration du P et l'identification des précurseurs azotés et phosphorés. En ce qui concerne le mode de fixation du P sur la structure peptidique, une hypothèse que nous avons suggérée ailleurs envisageait le transport du P à la mamelle sous forme d'acide phosphopyruvique et sa transamination intramammaire en phosphosérine (1).

Le matériel azoté peut être apporté à la glande sous forme d'acides aminés libres ou engagés dans des peptides ou des protéines. Des recherches récentes ont suggéré l'hypothèse d'une intégration directe des leucines, de la valine et de la lysine dans la molécule de caséine (2), (3). Un glycoprotéide sanguin a été considéré comme étant le précurseur protéique (4). Ce glycoprotéide devrait faire partie de la fraction $\alpha 2$ globulinique, dont le contenu glucidique est connu, mais, jusqu'à présent, la nature des protéines sériques transportent les précurseurs de la caséine n'a pas été élucidée.

La comparaison du spectre protéique du sang afférent et efférent est un moyen d'aborder ce problème que nous avons utilisé en appliquant la technique de la microélectrophorèse sur papier (5), (6).

A cet effet, six lapines en lactation sont anesthésiées au nembutal; des prises de sang sont faites dans le cœur gauche, la jugulaire et la veine mammaire à des intervalles variés. Les protéines totales sont déterminées par la méthode du biuret; les taux relatifs des fractions protéiques sont établis par électrophérographie. Les résultats sont condensés dans le tableau suivant.

L'examen de ce tableau conduit aux remarques suivantes : 1° la différence entre le taux artériel et le taux veineux des protéines totales n'est pas significative; 2° dans le spectre protéique, la variation la plus marquée se voit dans la fraction β, dont la diminution, constante, peut atteindre 50 % après passage

(*) Séance du 24 novembre 1952.

(1) H. Simonnet et J. Sternberg, *Bul. Soc. Chim. Biol.*, 33, 1951, p. 1240.

(2) P. N. Campbell et T. S. Work, *Biochem. J.*, 49, 1951, XLVI.

(3) J. H. Bouckaert, W. Oyaert et G. Peters, *Nature*, 169, 1952, p. 967.

(4) E. P. Reineke, M. B. Williamson et C. W. Turner, *J. Biol. Chem.*, 138, 1941, p. 83.

(5) J. Sternberg et J. Tassé, *IIe Congrès International de Biochimie*, 1952, p. 193.

(6) J. Sternberg, R. Boucher et A. Proulx, *Union Méd. Can.*, 81, 1952, p. 908.

à travers la mamelle; 3° les variations de la fraction α sont inconstantes quant à leur valeur et à leur sens; 4° la fraction γ ne varie pas; 5° l'albumine est légèrement augmentée dans le sang efférent mammaire.

		PT	γ	β	α	A
Sang artériel	mg p. cm³	8.360	0.815	1.588	0.739	5.250
	p. 100	100.0	9.7	19.0	8.8	62.5
Sang veineux jugulaire	mg p. cm³	8.260	0.710	1.330	0.685	5.534
	p. 100	100.0	8.6	16.1	8.3	67.0
Sang veineux mammaire	mg p. cm³	8.180	0.646	0.801	0.753	6.056
	p. 100	100.0	7.9	9.8	9.2	73.8

Rapports	γ/G	β/G	α/G	A/G
Sg. artériel	0.25	0.50	0.23	1.64
Sg. jugulaire	0.25	0.49	0.26	2.02
mammaire	0.30	0.37	0.35	2.81

Les différences constatées doivent être interprétées d'après les calculs de rendement. En prenant comme base le fait généralement admis que la circulation de 400 cm³ de sang correspond à l'élaboration de 1 cm³ de lait, la différence du taux des protéines totales, bien que non significative du point de vue analytique, pourrait suffire à l'élaboration de 1,6 cm³ de lait. La différence entre les β globulines, 0,787 mg/cm³, est suffisante pour rendre compte de l'élaboration de 6,6 cm³ de lait.

Le fait que le précurseur de la caséine est transporté dans la fraction β n'implique pas *a priori* qu'il soit de nature protéique. La fraction β est complexe et renferme, entre autres, une lipoprotéine géante contenant seulement 23 % de protéines pour 77 % de phospholipides et stérols (7). Il est possible que le précurseur de la caséine soit transporté dans cette fraction et que les phospholipides soient métabolisés jusqu'à l'étape phosphopyruvique avant ou pendant la traversée mammaire, la transamination se faisant ultérieurement

(7) J. L. Oncley, F. N. R. Gurd et M. J. Melin, *J. Amer. Chem. Soc.*, 72, 1950, p. 458.

dans la molécule ainsi remaniée. Nos recherches s'orientent vers l'étude de cette hypothèse.

Conclusions. — L'électrophérographie des protéines sériques de la Lapine en lactation révèle une diminution des globulines β après passage du sang à travers la mamelle. La β-globuline qui disparaît du sang pourrait correspondre au matériel protéique utilisé par la glande mammaire pour l'élaboration de la caséine; elle est quantitativement suffisante, même en tenant compte de l'inconnue représentée par la lymphe mammaire.

SÉROLOGIE. — *Le* pH *du sérum : ses variations et leur influence sur le titrage des antibiotiques.* Note de M. **Henri Velu** et Mlle **Marcelle Peyré** (1), présentée par M. Gaston Ramon.

Au cours de mesures de streptomycinémies, nous avions été frappés par les différences des titres obtenus par diffusion linéaire et par dilution avec indicateur de virage.

De nombreux essais nous avaient montré que les erreurs de titrage signalées par H. Penau (2) et H. Velu (3) ne permettaient pas d'expliquer tous les écarts. L'incertitude du virage au seuil et son étalement dans certains cas nous ont amenés à nous demander si le pH du sérum n'était pas également en cause.

Nous avons donc examiné l'évolution du pH du sérum à 37°, pur ou dilué à des taux variables dans la gamme de titrage, ensemencée ou non.

1° *Évolution du* pH *du sérum non chauffé.* — Les mesures effectuées sur divers échantillons avant et après un séjour à 37° en tubes à essais montrent que, dans les conditions des titrages, l'évolution du pH du sérum sanguin vers l'alcalinité est beaucoup plus rapide que ne l'ont signalé H. Plotz et M. Schoen (4) puisque 5 jours ne sont pas nécessaires mais 18 h seulement comme le montre le tableau suivant :

	Échantillons	1.	2.	3.	4.
pH	avant étuve	7,85	7,75	8,10	8,20
	après étuve	8,55	8,65	8,55	8,55

2° *Évolution du* pH *du sérum chauffé.* — Contrairement à E. F. Hirsch et E. C. Peters (4) qui ont constaté que la destruction du complément par

(1) Avec le concours technique de M. J. Rabin, Mlle J. Lacoste et Mme L. Dumas.

(2) H. Penau et collab., *Ann. Pharm. Franç.*, 8, 1950, p. 26.

(3) H. Velu et D. Chabanas, *Ann. I. P.*, 75, 1948, p. 189.

(4) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 126.

(4) *J. Inf. Dis.*, 30, 1922, p. 263.

chauffage à 56° s'accompagne de changements de la concentration ionique qui finit par se stabiliser à valeur constante, nous avons observé que l'évolution du pH se poursuit au cours du séjour ultérieur à 37° comme dans le cas précédent.

Sérum	Non chauffé.	Chauffé 30 m à 56°.	Chauffé puis porté 15 h à 37°.
pH	8,20	8,40	8,75

3° *Évolution du* pH *des tubes de la gamme non ensemencés.* — Dans les tubes non ensemencés de la gamme de titrage, le pH évolue également au cours du séjour à l'étuve, en fonction de la quantité de sérum mise en jeu (généralement de 6,66 % à 66,6 %), alors que dans la gamme étalon sans sérum, il n'y a pas de variation.

Gammes....	Étalon.	Échantillon sérum.									
% de sérum.	0	6,66	13,3	20	26,6	33,3	40	46,5	53,2	60	66,6
pH initial...	7,60	7,60	7,75	7,80	7,80	7,85	7,85	7,85	7,90	7,90	7,95
pH final....	7,60	7,70	7,90	8,00	8,10	8,15	8,20	8,25	8,30	8,40	8,55

4° *Évolution du* pH *des tubes de la gamme ensemencés.* — Dans les tubes inhibés, et par conséquent ensemencés, le phénomène est identique quoique moins accusé; il se complique du fait que le germe peut encore utiliser les glucides et modifier le pH en sens inverse du sérum.

	% de sérum....	13,3.	20.	26,40.	40.
pH final	Tubes non ensemencés....	7,80	7,90	8,05	8,30
	Tubes correspondants ensemencés, inhibés....	7,70	7,75	7,85	8,00

En somme, le pH des tubes de la gamme échantillon n'évolue pas parallèlement à celui des tubes de la gamme étalon sans sérum. Aucune comparaison n'est donc possible entre ces deux gammes bien que, dans certains cas sur lesquels il serait trop long de s'étendre ici, les divers facteurs d'erreur puissent s'annuler et faire croire alors à la fidélité de la méthode.

Pour bien mettre en évidence les erreurs qui peuvent se rencontrer, il suffit de rechercher la concentration inhibitrice d'un antibiotique donné, la streptomycine par exemple, en présence de concentrations différentes de sérum correspondant aux divers cas qui peuvent se présenter au cours des titrages. Elle a varié par exemple entre 0,4-0,8 et 2-2,4 γ/cm^3 dans le cas ci-dessous :

% de sérum	0.	6,6.	33,3.	66,6
Seuil en γ/cm^3	2-2,4	1,2-1,6	0,8-1,2	0,4-0,8

En résumé, pendant les titrages par les méthodes de dilution, des modifications importantes d'activité des antibiotiques, surtout des antibiotiques basiques (streptomycine, streptothricine, néomycine) dont l'activité augmente

avec l'alcalinité ([5]), dues aux variations du pH sérique entraînent parfois par rapport à la gamme étalon, des déplacements tels du seuil d'inhibition qu'ils enlèvent toute précision aux résultats obtenus, même si l'on prend la précaution de chauffer le sérum à 56°. Ces méthodes, très sujettes à caution, doivent donc céder la place, soit à la diffusion linéaire en tubes que nous utilisons avec satisfaction depuis plusieurs années ([6]), soit à la diffusion horizontale codifiée par la F. D. A.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Reproduction expérimentale de l'épilepsie de type « psycho-moteur » chez le Chat.* Note (*) de MM. **Georges Morin**, **Henri Gastaut**, **Robert Vigouroux** et **Robert Naquet**, présentée par M. Léon Binet.

Diverses constatations expérimentales, relatées et discutées par l'un de nous dans un rapport récent ([1]), tendent à montrer que les structures rhinencéphaliques, principalement celles de la région amygdalienne, interviennent dans l'expression des émotions et dans l'orientation du comportement animal. L'expérimentation chronique que nous poursuivons chez le Chat, confirme cette intervention et nous a permis de produire des crises paroxystiques qui nous semblent présenter de très grandes analogies avec les manifestations caractéristiques de l'épilepsie temporale, soit par stimulation électrique de ces structures, soit par réalisation d'un foyer irritatif à leur intérieur.

Pour être efficace, le premier procédé doit être mis en œuvre sur des animaux non narcosés, en parfait état et sortis de la période de choc post-opératoire entraîné obligatoirement par leur préparation. Celle-ci consiste à mettre en place aseptiquement, en les guidant au moyen d'un appareil stéréotaxique, des électrodes filiformes solidarisées avec la paroi crânienne par plasties en acrylique ou par ciment.

Lorsque ces chats, à partir du 3e au 6e jour ont recouvré leur état normal, ils présentent, au cours de la stimulation et pendant la post-décharge qui lui succède :

1° des activités alimentaires associées à des clonies faciales homolatérales, à une salivation abondante, tandis que la pupille se dilate;

2° une modification variable de leur comportement (attention, frayeur, fureur);

([5]) Mlle M. Peyré et H. Velu, *Revue Immunologie*, 16, 1952, p. 142.

([6]) H. Velu et Mme Craipeau, *C. R. Soc. Biol.*, 154, 1950 p. 780.

(*) Séance du 24 novembre 1952.

([1]) H. Gastaut, *J. Physiol.*, 44, 1952, p. 431-470.

3° des troubles particuliers de leur état de vigilance. Le type des crises est, dans l'ensemble, fonction de la situation des électrodes.

Dans une seconde série d'expériences utilisant une technique proche de celle imaginée par Kopeloff, Barrera et Kopeloff ([2]), nous avons réalisé des lésions irritatives chroniques en pratiquant des inclusions de pâte d'alumine dans de nombreux points de la même région, la pâte étant introduite par la voie d'aiguilles convenablement dirigées au moyen d'un appareil stéréotaxique. Ces inclusions semblent d'abord inopérantes durant 30 à 45 jours, pendant la constitution du foyer. Passé ce délai, un nombre important des animaux ont fait spontanément des crises de type psychomoteur, le plus souvent partielles, mais allant quelque fois jusqu'à la généralisation, tout à fait comparables à celles qui sont déclenchées par le courant électrique dans la série précédente, crises dans l'intervalle desquelles aucun trouble particulier du comportement n'a été noté. En outre, il a été possible, chez tous les chats, de provoquer les mêmes crises en injectant, dans les muscles, des doses faibles de Cardiazol (de l'ordre de 8 mg/kg de poids vifs) inefficaces chez les témoins. L'aspect des crises spontanées ou provoquées dépend du siège et de l'importance des lésions irritatives.

Il nous paraît d'autant plus licite de rapprocher ces paroxysmes expérimentaux de ceux qui caractérisent l'épilepsie psychomotrice humaine, que leur expression électrique (déterminée par électroencéphalographie) est comparable, qu'ils sont affectés de la même façon par les agents considérés comme spécifique de cette épilepsie, qu'enfin la région amygdalienne du Chat est connectée avec le cortex situé en avant et en arrière de la scissure pseudosylvienne et sur la partie inférieure du gyrus ectosylvius, correspondant à la pointe du lobe temporal selon Jasper ([3]).

THÉRAPEUTIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Durée des effets du traitement par l'isonicotinhydrazide* (INH) *des souris tuberculisées*. Note (*) de MM. **Constantin Levaditi**, **Aron Vaisman** et Mme **Henriette Chaigneau-Erhard**, présentée par M. Gaston Ramon.

Comme suite à notre étude des problèmes posés au sujet de l'activité antituberculeuse de l'isonicotinhydrazide (INH), considérée sous l'angle

---

([2]) *Amer. J. Psychiatry*, 101, 1949, p. 201-204.

([3]) Ces projections ont été mises en évidence par la méthode des post-décharges sur des chats anesthésiés au Dial ou sur les préparations « encéphale isolé » (H. Gastaut, R. Naquet et A. Roger, *Société d'E. E. G.*, Paris, décembre 1951).

(*) Séance du 1er décembre 1952.

expérimental ([1]), nous avons envisagé un nouvel aspect de cette question. Soit une série de souris contaminées, par voie intraveineuse, avec 1 mg d'une culture de BK (souche H 37 Rv) sur milieu de Löwenstein, âgée de 15 jours, puis traitées, dès le lendemain de l'infection, par 0,5 mg d'INH *per os* et quotidiennement pendant 30 jours. Quel est le sort de telles souris, si on les conserve durant plusieurs semaines après ce traitement ? Nous avons montré déjà qu'au moment même où elle est suspendue, une semblable cure se révèle efficiente du point de vue lésionnel et microbiologique, attendu que l' « indice » de la bacillose pulmonaire ne dépasse pas 0 à I ([2]). La présente expérience a été réalisée sur une nouvelle série de 13 sujets, examinés 68 à 121 jours après le début du traitement par l'INH. Évaluation de la surface de tissu pulmonaire restée intègre ([3]), des altérations bacillaires du poumon, de la rate et du rein, ainsi que du taux de la bacillose de ces mêmes organes. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après :

		Résultats.						
			Altérations microscopiques.			Taux Bacillaire.		
Souris n°	Délai de l'examen (en jours).	Poumon normal ([3]).	Poumon.	Rate.	Rein.	Poumon.	Rate.	Rein.
9040	68	5/5	0	0	0	0	0	0
9042	84	5/5	0	0	0	0	0	0
9043	87	4/5	I	0	0	I	I	0
9044	87	4/5	I	0	0	I	I	0
9050	94	4/5	0	0	0	0	0	0
9052	114	4/5	I	0	0	I	0	0
9053	121	5/5	I	0	0	I	0	0
9054	121	5/5	I	0	0	I	0	0
9045	121	4/5	I	0	0	II	I	0
9046	121	4/5	I	0	0	I	0	0
9047	121	3/5	II	0	0	II	0	0
9048	121	4/5	I	0	0	II	0	0
9049	121	2/5	II	0	0	II	I	0

([1]) C. Levaditi, A. Vaisman et H. Chaigneau-Erhard, *Ann. Inst. Pasteur*, 83, 1952, p. 127; *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2400; *Ibid.*, 235, 1952, p. 450; *C. R. Soc. Biol.*, 146, 1952, p. 873.

([2]) *Indice* 0 = absence d'altérations ou de BK; *Indice* I = lésions insignifiantes ou paucibacillose; *Indice* II = altérations ou bacillose moyennes; *Indice* III = lésions ou bacilloses accusées; *Indice* IV = altérations ou bacillose maxima.

([3]) Expression sous forme du rapport de la surface pulmonaire demeurée intègre à l'ensemble de cette surface, représenté par le chiffre 5.

De ce tableau, il résulte que :

a. *Du point de vue de l'intégrité de la surface pulmonaire* : celle-ci a varié entre 4/5 et 5/5 chez tous les animaux, sauf deux (souris 9049 et 9047), chez lesquels elle n'a été que de 2/5 et 3/5.

b. *En ce qui concerne les altérations pulmonaires* : deux séries d'animaux ont fourni des résultats nettement dissemblables. Une première série, de 6 animaux, examinée entre 68 et 114 jours après l'inoculation infectante, a présenté des lésions dont l'intensité a oscillé entre 0 (3 cas) et 1 (3 cas également), alors que la seconde, de 7 sujets, examinée le 121ᵉ jour, a montré des modifications histologiques entre I et II.

c. *Pour ce qui a trait au taux bacillaire du poumon*, son évaluation a fourni des chiffres identiques aux précédents. La rate a contenu des bacilles (indice I) par quatre fois; le rein a été, dans tous les cas, exempt de BK.

Ces données, comparées à celles qui sont relatives aux souris témoins (mortes entre 19 et 31 jours), dont l'indice des altérations et de la bacillose pulmonaires a été de II à IV dans 100 % des cas, permettent de conclure comme il suit :

CONCLUSIONS. — *L'INH assure, chez la Souris tuberculisée, une protection efficace* (*indice* 0 *à* I) *pendant un minimum de* 114 *jours après la contamination. Après ce délai, des récidives, aussi bien histopathologiques que bacillaires, se manifestent. En effet, au bout de* 121 *jours, de telles rechutes ont été constatées* (*indice* II *dans* 4 *cas sur* 7); *elles n'ont, néanmoins, jamais atteint le degré de l'infection pulmonaire présente chez les animaux témoins non traités. Il en résulte que l'effet curatif antituberculeux de l'INH persiste longtemps après la cessation du traitement.*

La séance est levée à 15 h 50 m.

R. C.